

Kalové hospodářství ČOV Brno – Modřice

Látková bilance (M&B)

Příloha č. 3

Souhrnné technické zprávy

Objednatel: Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.,
Pisárecká 555/1a, Pisárky, 603 00 Brno

Zpracovatel: AQUATIS a.s., Botanická 56, 602 00 Brno

OBSAH:

1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ČOV BRNO – MODŘICE.....	3
2	HMOTNOSTNÍ BILANCE VÝHLEDOVÉHO ZATÍŽENÍ ČOV	4
2.1	Postup sestavení látkové hmotnostní bilance:	4
2.2	Popis látkového toku ČOV Brno Modřice pro výhledové zatížení:	5
2.3	Popis látkového toku ČOV Brno Modřice pro výhledové zatížení – provozní režimy:	7
3	ZÁVĚR	9

1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ČOV BRNO – MODŘICE

Čistírna odpadních vod v Modřicích slouží k čištění odpadních vod přiváděných systémem kanalizačních stok z města Brna a ve stále větší míře prostřednictvím soustavy čerpacích stanic i z širokého okolí Brna. V současné době jsou kromě Brna napojeny na ČOV ještě města Kuřim, Modřice, Šlapanice a obce Česká, Želešice, Blažovice, Jiříkovice, Kobylnice, Kovalovice, Mokrý-Horákov, Podolí, Ponětovice, Pozořice, Prace, Sívce, Tvarožná, Velatice, Viničné Šumice, Moravské Knínice, Rozdrojovice, Lipůvka, Troubsko, Popůvky, Ostopovice. Stoková síť odvádí odpadní vody od obyvatel, průmyslu, občanské vybavenosti a zemědělství. Kanalizační systém je kombinovaný. Převažuje však jednotný kanalizační systém.

Odpadní vody odtékají hlavními sběrači na ČOV Brno - Modřice. Součástí stokového systému jsou odlehčovací komory (dešťové oddělovače), ve kterých dochází, v době přívalových dešťů, k redukci odváděných odpadních vod, jejich přepadem do recipientu. Vzhledem k malé vodnosti obou recipientů - řek Svratky a Svitavy a kvůli zpříšňující se legislativě, je z hlediska vlivu na životní prostředí jednotný systém málo vhodný.

ČOV Brno - Modřice byla do provozu uvedena v roce 1961, a to jako klasická dvoustupňová čistírna s anaerobní stabilizací kalu. S rozvojem města a následujícím hydraulickým i látkovým přetížením bylo postupně v průběhu 80. let prováděno rozšíření prakticky celé ČOV.

V devadesátých letech již nebylo možné přetížení ČOV, a zejména poptávku okolních aglomerací po napojení na brněnský kanalizační systém, řešit dalšími dílčími úpravami, a proto v letech 2001 až 2004 proběhla celková rekonstrukce a rozšíření. V roce 2009 - 2010 byla realizována optimalizace provozu aktivačních nádrží. Po realizaci optimalizace provozu aktivačních nádrží došlo k posílení nitrifikační kapacity biologického stupně čištění, zvýšení flexibility procesu čištění pomocí rozšiřování toxického nebo anoxického objemu biologického stupně v závislosti na aktuálně přítékaném znečištění a zvýšení celkového výkonu čištění biologického stupně. V roce 2015 byla z důvodu zvýšení kapacity realizována nová linka zahuštění primárního kalu.

V současné době čistírna odpadních vod splňuje podmínky české i evropské legislativy.

V rámci předkládaného projektu jsou navržena nápravná opatření, která řeší nevyhovující provozní kapacity, nebo provozní stavy, které mají negativní dopad na provoz ČOV. Hlavním cílem projektu je vyřešení přetížení kalové linky, zlepšení energetické bilance při zpracování kalů, zajištění záměru sušení celé produkce čistírenského kalu a dosažení souladu s legislativním vývojem v oblasti likvidace čistírenských kalů.

Tato projektová dokumentace pro územní řízení „Kalové hospodářství ČOV Brno – Modřice“ řeší návrh výstavby nových kapacit kalového hospodářství ČOV Brno – Modřice na volných plochách areálu, které nahradí stávající kalové hospodářství.

Tento dokument se zabývá základní látkovou bilancí nového kalového hospodářství. Na základě látkové bilance budou navrženy kapacity technologických celků nového kalového hospodářství.

2 HMOTNOSTNÍ BILANCE VÝHLEDOVÉHO ZATÍŽENÍ ČOV

Pro návrh a sestavení kapacit jednotlivých uzlů linek kalového hospodářství byla vytvořena látková hmotnostní bilance. Bilance byla sestavena pro stávající kapacitní zatížení 640 000 EO.

Součástí sestavení hmotností bilance je posouzení a kontrola všech dílčích uzlů grafického schématu hmotnostní bilance.

Grafické schéma celé provozní linky ČOV Modřice vychází z koncepce uspořádání technologických celků studie. Grafické schéma sestává ze schématu stávající vodní linky a nové linky kalového hospodářství. Do grafického schématu jsou v příslušných uzlech vloženy tabulky s parametry hmotnostních toků, charakteristických pro bilanci kalového hospodářství.

tab.1 Legenda z hmotnostní bilance

Název místa uzlu / popis příslušného média

Q [m ³ /d]	X,X
NL [kg/m ³]	X,X
NLzz [%]	X,X
NL [kg/d]	X,X
VL [%]	X,X
N celk	X,X

vysvětlivky:

Q (m³/d) – průtok

NL (kg/m³) – koncentrace nerozpuštěných látek

NLzz (%) – procento organického podílu v nerozpuštěných látkách (ztráta žiháním)

NL (kg/d) – látkové zatížení nerozpuštěnými látkami

RL (%) – procento rozpuštěných látek ve veškerých látkách

N celk (kg/d) – látkové zatížení celkovým dusíkem

2.1 Postup sestavení látkové hmotnostní bilance:

Vstupními daty pro sestavení bilance jsou hodnoty dané charakteristickým zatížením nátoky ČOV (vyjádřené kapacitou 640 000 EO) a výpočtové produkce jednotlivých proudů kalů (primárního a přebytečného). Na základě podrobnějších výpočtů a bližších informací od jednotlivých výrobců zařízení jsou tyto hodnoty následně zpřesňovány.

Při sestavování bilance bylo uvažováno s úpravami provozu na usazovacích nádržích a tedy úpravou poměru produkci primárního vs. sekundárního kalu. Uvažovaný poměr kalových linek, vstupujících do bilance, je po započítání zpětných toků cca 1:1 (PK vs. SK).

Nezbytnou součástí látkové bilance je vyčíslení množství zpětných toků z kalového hospodářství. Zvláště v proudě kalové vody z odvodňování kalu (fugát) je očekáváno zvýšení zatížení zpětného toku v prvku amoniakálního dusíku (N-NH₄). Vlivem procesu termické hydrolýzy kalu (THP) lze očekávat navýšení zatížení kalové vody v prvku N-NH₄ o 30% oproti konvenčnímu způsobu vyhnívání (tedy bez THP technologie).

2.2 Popis látkového toku ČOV Brno Modřice pro výhledové zatížení:

Vodní linka

Nátok hrubě předčištěné odpadní vody natéká na primární sedimentaci (UN). Součástí proudu na UN je také zatížení zpětným tokem kalové vody ze zahuštění primárního kalu a tokem odpadní vody z domácí kanalizace. Oba proudy jsou zaústěny před šnekovou čerpací stanicí.

přítok hrubě předčištěné odpadní vody:	49 900 kg NL/d
zpětné toky (domácí kan, zahuštění prim. kalu):	1 500 kg NL/d
celkový látkový tok na UN:	51 400 kg NL/d

Po primární sedimentaci natéká odsazená odpadní voda na mezičerpací stanici odkud je dále čerpána do jednotlivých linek aktivačních nádrží (AN). Tento proud odpadní vody je také zatěžován zpětnými toky kalových vod z procesu zahuštění přebytečného kalu, odvodnění vyhnílého kalu a kalová voda ze sušení. Všechny proudy jsou zaústěny před mezičerpací stanicí.

přítok odsazené odpadní vody z UN:	25 660 kg NL/d
zpětné toky (zah. př. kalu, odvodnění, sušení):	2 080 kg NL/d
celkový látkový tok na AN:	27 740 kg NL/d

Po biologickém čištění odtéká kal na dosazovací nádrže a po odsazení dále do recipientu.

látkový tok z ČOV:	1 359 kg NL/d (15 mg/l)
--------------------	-------------------------

Kalová linka

Surový primární kal je odtahován ze dna usazovacích nádrží. Kal čerpán na stávající zahušťovací nádrže, kde dochází k jeho následnému gravitačnímu zahuštění. Po zahuštění je zahuštěný primární kal smícháván s přebytečným kalem a dále oba vedeny do procesu vyhnívání. Kalová voda z procesu zahuštění je zaústěna před primární sedimentací.

zatížení odtahu surového kalu z UN:	25 740 kg NL/d
koncentrace surového kalu:	10 kg/m ³
zatížení odtoku zahuštěného primárního kalu:	24 740 kg NL/d
koncentrace zahuštěného kalu:	45 kg/m ³
zatížení v kalové vodě:	1 000 kg NL/d

Přebytečný kal je odtahován ze dna dosazovacích nádrží (DN). Kal je čerpán do nového objektu zahuštění, kde dochází k jeho zahuštění pomocí mechanického zařízení. Kalová voda z procesu zahuštění je zaústěna před biologickou linkou.

zatížení odtahu přebytečného kalu z DN:	26 407 kg NL/d
koncentrace přebytečného kalu:	6,5 kg/m ³

zatížení odtoku zahuštěného přebytečného kalu:	25 885 kg NL/d
koncentrace zahuštěného kalu:	165 kg/m ³
zatížení v kalové vodě:	522 kg NL/d

Zahuštěný přebytečný kal je dále čerpán na nové zařízení termické hydrolýzy kalu (THP). Zde vlivem procesu syčení kalu horkou párou a následného poklesu tlaku dochází k rozrušení kalových buněk a tedy zlepšení odbouratelnosti organické složky kalu během procesu vyhnívání.

zatížení přítoku zahuštěného kalu na THP:	25 885 kg NL/d
koncentrace zahuštěného kalu na THP:	165 kg/m ³
zatížení odtoku kalu z THP:	25 885 kg NL/d
koncentrace zahuštěného kalu po THP:	138 kg/m ³

Po THP je horký přebytečný kal smícháván s proudem zahuštěného primárního kalu, díky rozdílnosti teplot vlivem ročního období je směsný kal nadále ochlazován nebo dohříván na vstupní teplotu navrhované mezofilní stabilizace 40°C.

zatížení zahuštěného směsného kalu do VN:	50 625 kg NL/d
koncentrace směsného kalu:	68,7 kg/m ³
zatížení stabilizovaného kalu po VN:	31 175 kg NL/d
koncentrace vyhnílého kalu:	42,3 kg/m ³
produkce bioplynu:	17 116 - 19 450 Nm ³ /d*

* interval produkce je dán obsahem metanu v produkovaném bioplynu. Zároveň interval vyjadřuje rozdíly při stanovení výhledového koeficientu odbourání organických látek při vyhnívání (%VSR) po použití zařízení THP na ČOV Brno, tedy na kalu o konkrétních vlastnostech.

Po stabilizaci je kal čerpán do uskladňovacích nádrží. Z nádrží je kal čerpán do nového objektu odvodnění a sušení kalu, kde dochází k jeho odvodnění pomocí mechanického zařízení. Kalová voda z procesu odvodnění je zaústěna před biologickou linku.

zatížení přítoku vyhnílého kalu na odvodnění:	31 175 kg NL/d
koncentrace stabilizovaného kalu:	37,1 kg/m ³
zatížení odtoku odvodněného kalu:	29 616 kg NL/d
koncentrace odvodněného kalu:	280 kg/m ³
zatížení v kalové vodě:	1 559 kg NL/d, 986 kg N-NH ₄ /d

Odvodněný kal je dopravován na jeho sušení a po vysušení k jeho finálnímu zpracování mimo areál ČOV.

zatížení přítoku odvodněného kalu na sušení:	29 616 kg NL/d
koncentrace zahuštěného kalu:	280 kg/m ³
zatížení sušeného kalu:	29 616 kg NL/d

koncentrace zahuštěného kalu:	900 kg/m ³
zatížení v kalové vodě:	98 kg N-NH ₄ /d

Popis látkového toku prvku dusíkatého znečištění v rámci kalového hospodářství

Část dusíkatého znečištění se z kalového hospodářství vrací v kalové vodě zpět do procesu čištění. Jedná se o proces zahuštění primárního a sekundárního kalu, odvodnění vyhnílého kalu a vody ze sušení kalu. V rámci bilance látkového toku byly použity následující koeficienty:

Množství Nc v zah. primárním kalu	4,4 % Nc ve VL
Množství Nc v zah. přebytečném kalu	6,0 % Nc ve VL
Množství Nc v odvodněném kalu (bez THP)	4,46 % Nc ve VL
Množství Nc v odvodněném kalu (s THP)	3,3 % Nc ve VL*

* hodnota vyplívá z očekávaného zvýšení zatížení kalové vody v prvku N-NH₄ o 30% vlivem procesu THP.

Hodnoty celkového zatížení zpětným tokem (kalové vody) do procesu čištění odpadní vody:

Současnost bez technologie THP	1019 kg Nc /d
Současnost po výstavbě s technologií THP	1299 kg Nc /d
Výhled s technologií THP	1752 kg Nc /d

Výsledná hodnota očekávané zatížení od zpětných toků činí 1752 kg Nc/d. Po výstavbě kalového hospodářství bude způsob zaústění kalové vody zpět do procesu čištění rozdělen do dvou míst, a to před usazovací nádrže (637 kg Nc/d) a před aktivací nádrže (1114 kg Nc/d).

Při kapacitním zatížení ČOV na nátok je maximální zatížení biologické linky zpětným tokem v parametru dusíkatého znečištění 1114 kg Nc/d.

2.3 Popis látkového toku ČOV Brno Modřice pro výhledové zatížení – provozní režimy:

Pro proces údržby / odstávky významných zařízení linky kalového hospodářství byly sestaveny látkové bilance jednotlivých provozních režimů. Jedná se zejména o odstavení zařízení THP, jedné vyhnívací nádrže a sušárny kalu.

Číselné hodnoty jsou patrné z příložených schémat, které jsou součástí této koncepce.

Odstávka THP

- VN je nutné provozovat v režimu obvyklém pro klasické (konvenční) vyhnívání, a tedy přebytečný kal není možné zahušťovat na vysoké koncentrace jako pro THP.
- Pro dodržení hydraulického zatížení VN (doby zdržení) je tedy nutné provést snížení

odtahovaného množství přebytečného kalu a jeho akumulace v aktivačních nádržích. Hodnota nárůstu koncentrace kalu v nádržích je 1 g/l během cca 7 dnů.

- Před plánovanou odstávkou THP je možné zvýšeným odtahem kalu připravit systém aktivačních nádrží na následující zvýšené zatížení.
- Snížené množství směsného kalu a také nerozrušení kalu procesem THP má za následek významné snížení produkce bioplynu, množství odvodněného a tedy i sušeného kalu.

Odstávka 1 VN

- Při snížení celkového objemu VN o $\frac{1}{4}$ je pro dodržení hydraulického zatížení VN (doby zdržení) nutné provést snížení odtahovaného množství přebytečného kalu. Jeho akumulace bude taktéž probíhat v aktivačních nádržích. Hodnota nárůstu koncentrace kalu v nádržích je 1 g/l během cca 7 dnů.
- Před plánovanou odstávkou jedné VN je možné zvýšeným odtahem kalu připravit systém aktivačních nádrží na následující zvýšené zatížení.
- Snížené množství směsného kalu a také má za následek znatelné snížení produkce bioplynu, množství odvodněného a tedy i sušeného kalu.

Odstávka Sušárny kalu

- Při odstavení obou sušáren kalu je možné kal akumulovat následovně:
 - Ve formě vyhnílého kalu v UsN po dobu 10 denní produkce při kapacitním zatížení ČOV (640 000 EO na přítoku).
 - Dále je možná částečná akumulace v aktivačních nádržích.

Technologické vystrojení zařízení sušení v podobě dvoulinkového uspořádání zajistí vždy minimální chod jednoho zařízení při nutné odstávce druhého zařízení. Odstavení obou linek může nastat pouze v případě havárie.

3 ZÁVĚR

Koncepce látkové bilance je zpracována pro zatížení ČOV ve výhledu při dosažení zatěžovací kapacity odpovídající 640 000 EO (dle BSK₅). Koncepce je vyhotovena k potvrzení objemů stavebních a technologických celků (vyhřívací nádrže, zahušťovací zařízení, odvodňovací zařízení, zařízení THP, sušička kalu, atd.), vyplývajících ze studie. Látková koncepce při výhledovém zatížení ČOV určuje maximální kapacitní požadavky pro návrh špičkových výkonů strojů a zařízení.

V Brně, srpen 2017

Vypracovali:

Ing. Jakub Binder

Ing. Karel Říha

Ing. Antonín Vach