
TECHNICKÁ ZPRÁVA

ČOV 340 EO

Akce: ČOV Černé Voděrady
Investor: Obec Černé Voděrady
Katastrální území: Černé Voděrady
Stupeň: Projekt pro provedení stavby

Zodp. projektant: Ing. Javůrek Josef
Vypracoval: Kalmus Martin

Datum: 04/2013

č. paré
č. přílohy

ČOV 340 EO

1. Identifikační údaje

Akce:	Černé Voděrady - kanalizace a ČOV
Investor:	Obec Černé Voděrady
Katastrální území:	Černé Voděrady
Stupeň:	Projekt pro realizaci stavby
Vypracoval:	Kalmus Martin
Zodp. projektant:	Ing. Josef Javůrek (autorizovaný inženýr pro vodohospodářské stavby)

2. Základní údaje stavby

2.1 Účel a popis vodohospodářského díla

Čistírna odpadních vod slouží k čištění odpadních vod z odvedených objektů intavilánu obce Černé Voděrady. Čištění odpadních vod probíhá biologickým způsobem v betonové nádrži – biologickém reaktoru. Nádrž ČOV je zapuštěná do terénu. Proces čištění probíhá autoregulačně bez nutnosti zasahování obsluhy do jeho provozu. Biologický reaktor automaticky reaguje na změny průtoku a koncentrace znečištění odpadní vody v průběhu dne. Vybudovanými vestavbami je vytvořen prostor denitrifikační, aktivační (AN 1 a AN 2) – nitrifikační a sedimentační – dosazovací a akumulární – kalová nádrž. Mechanické předčištění odpadní vody je zajištěno provzdušňovaným česlicovým košem, který je umístěn na přítokovém potrubí v prostoru nátokové zóny – denitrifikace. Z denitrifikace natéká kalová směs prostupem a potrubím DN 200 do nitrifikační části. Dále kalová směs natéká do nerezové vestavby dosazovací nádrže. Součástí dosazovací nádrže je lapač plovoucích nečistot a ponorné odtokové žlaby, kterými je odváděna vyčištěná voda do odtokového objektu.

Pomocí hydraulicko – pneumatických čerpadel je vytvořen hydraulický systém nucené recirkulace biomasy v nádrži. Udržování směsi ve vznosu jako i dodávka potřebného množství kyslíku pro proces čištění je zabezpečeno pneumaticky, vháněním vzduchu do technologického procesu dmychadlem přes provzdušňovací elementy jemnobublinné aerace. Proces čištění je navrhovaný jako nízkozatížená aktivace s úplnou aerobní stabilizací kalu. Pro zvýšení účinnosti ČOV je navržen aktivační systém s bionosiči (systém je spočítán a navržen na bionosiče s aktivním uhlím).

Odčerpaný přebytečný kal z procesu čištění je biologicky aerobně stabilizovaný, dobře manipulovatelný, dále se nerozkládá a nepůsobuje senzorické závady.

K zahuštění a akumulaci přebytečného kalu slouží akumulární kalová nádrž. Gravitačně zahuštěný kal je následně možné odvážet fekálním vozem na nejbližší městskou ČOV k likvidaci .

2.2 Objekty čistírny odpadních vod

Biologický reaktor
denitrifikační část-nátoková zóna
aktivační – nitrifikační část
dosazovací nádrž
Kalová nádrž (uskladňovací nádrž)
Elektroskříň
Připojení na elektrickou energii
Zdroj vzduchu (dmychadlo)
Odtok vyčištěné vody

2.3 Základní hydrologické údaje ČOV

2.3.1 Kapacita ČOV a její zatížení

Počet připojených obyvatelů (EO)	340
Zatížení ČOV v BSK ₅ (g/den)	20400
Množství odpadních vod (m ³ /den)	51,0

2.3.2 Účinnost čištění – kvalita vody na odtoku

Vzhledem k tomu, že se jedná o nízkozářezovou aktivaci s úplnou stabilizací kalu, čistící účinek ČOV na základě provozních výsledků z ČOV se bude pohybovat v rozmezí od 90 do 98 %. Při projektovaném zatížení (látkové a hydraulické zatížení může kolísat v rozmezí 30 až 100 % kapacity) jsou na odtoku z ČOV garantovány následující průměrné hodnoty:

BSK ₅ (mg/l)	25
CHSK (mg/l)	110
NL (mg/l)	30
N – NH ₄ ⁺ (mg/l)	12
P _{celk} (mg/l)	3

2.4 Hlavní technologické parametry čistírenských objektů

2.4.1 Biologický reaktor

Biologický reaktor je vybudovaný jako betonová nádrž, do které je uložena vestavba zhotovená z nerez oceli. Všechny části konstrukce jsou povrchově upravené, popřípadě provedené z nerezavějící oceli.

Vestavbou v nádrži jsou vytvořeny tři hydraulicky samostatné prostory :

denitrifikační nátoková část
aktivační – nitrifikační část
dosazovací část

Celkové rozměry ČOV	
Obdélník (m)	9,40 x 5,6
Základní výška (mm)	3760
Užitná výška (mm)	3000
Užitný objem (m ³) – včetně kalojemu	143

Nátokový koš-lapač mechanických nečistot

Provzdušňovaný vyjímatelný nátokový koš (lapač) hrubých mechanických nečistot ve tvaru děrovaného obdélníkového koše 500 x 500 mm, výšce 500 mm a průměru otvorů 16 mm je umístěn v denitrifikačním prostoru. Pro manipulaci bude na hraně betonu umístěna patka a zvedací zařízení – jeřábek – nosnost do 75 kg.

Denitrifikace-Nátokový prostor

Nátokový prostor slouží k biologickému odstranění dusíkatého znečištění z odpadní vody za nepřítomnosti vzdušného kyslíku. Do prostoru nádrže je přivedena odpadní voda a vratný kal z dosazovacího prostoru. Promíchání vratného kalu s odpadní vodou je zajištěno pneumaticky aeračními elementy, které mají uzavírací ventil, kterým se upravuje intenzita míchání.

Užitný objem (m ³)	29,4
--------------------------------	------

Aktivační-nitrifikační prostor

Aktivační prostor zabírá část biologického reaktoru mezi stěnami nádrže, nátokovým a dosazovacím. Proudění vody a vnos kyslíku zabezpečují aerační elementy na dně nádrže. Aktivační prostor je rozdělen na dvě totožné linky

Užitný objem (m ³)	2 x 36 = 72
--------------------------------	-------------

Dosazovací prostor

Dosazovací nádrž je vyrobena jako kužel vestavěný do každé aktivační linky, který je směrem k hladině rozšířen a zakončen válcovou částí. Na nátoku aktivační směsi do dosazovacího prostoru je osazena trubka lapače plovoucích nečistot a odplynění vstupující aktivační směsi. Předčištěná odpadní voda odtéká přes ponorný odtokové žlaby do sběrné nádoby se stavitelnou hranou .

V dosazovací nádrži je také umístěno hydraulicko – pneumatické čerpadlo pro odtah plovoucích nečistot z hladiny dosazovací nádrže.

Užitný objem (m ³)	12
Plocha separace (m ²)	2 x 6,3 = 12,6

2.4.2 Kalová nádrž

Kalová nádrž je betonová nádrž, slouží pro gravitační zahuštění a akumulaci přebytečného aktivovaného kalu. V případě potřeby je možné kalojem vyprázdnit pomocí autocisterny ocelovým potrubím, které je vně čov opatřeno fekální koncovkou.

Uvnitř kalojemu bude instalováno ponorné míchadlo. Dále bude v kalojemu instalováno kalové čerpadlo na dekantovanou vodu 230 V.

Užitný objem (m³) 29,4

2.4.3 Aerační a míchací zařízení, hydraulicko-pneumatické čerpadlo

Pro zajištění dodávky kyslíku do biologického procesu čištění a udržování suspenze aktivovaného kalu ve vznosu slouží provzdušňovací systém jemnobublinné aerace. Zdrojem vzduchu je vysokotlaký ventilátor (dmychadlo) . Dmychadlo je umístěné na podkladní bet desku tl. 150 mm. Dmychadlo bude provedeno s protihlukovým krytem do venkovního prostředí. Provzdušňovací elementy jsou upevněny ke dnu nádrže. Pro čerpání sedimentovaného kalu z dosazovací nádrže do nátokového prostoru je použito hydraulicko-pneumatické čerpadlo (mamutka).

Přívod vzduchu do ČOV k aeračnímu systému a hydraulicko-pneumatickému čerpadlu je regulován pomocí ventilů umístěných na potrubí rozvodu vzduchu.

Chod dmychadel je ovládán pomocí oxisondy instalované v AN1.

2.4.4 Elektrické části

Elektrické části ČOV tvoří elektroskříň sloužící k ovládání chodu ČOV, ke které je připojeno dmychadlo s bočními kanály. Součástí elektroskříně jsou také ventily pro ovládání pneumatických čerpadel. Tyto ventily slouží pro ovládání přívodů vzduchu do pneumatických čerpadel.

Elektroskříň je připojena kabelem (viz projekt elektro), který je jištěn samostatným jističem (motorovým spouštěčem) v rozvaděči objektu (elektroměrného pilíře) .

Elektroskříň technologické části je plastová přístrojová skříň s odpovídajícím krytím s osazenými přístroji a jističi.

2.4.5 Hlučnost

Zdrojem hluku u ČOV je pouze dmychadlo. Hlučnost 65 dB. V případě potřeby vyplývající ze způsobu umístění dmychadla v zástavbě je možné hlučnost snížit pomocí stavebních úprav (protihlukové stěny).

2.4.6 Odtok vyčištěných vod

Dosahovaná kvalita vyčištěné vody a vysoké procento odstranění nerozpuštěných látek umožňuje po odsouhlasení vodohospodářským orgánem vypouštění do recipientu, nebo do stávající obecní kanalizace. V našem případě do terciálního stupně (kořenové ČOV)

2.4.7 Stroje a zařízení

Strojní zařízení:

1. Jeřábek (ruční)	nosnost 100 kg
	výška zdvihu 6 m
	hmotnost 25 kg
	počet: 1 ks

patka pro jeřábek 2 x

2. čerpadlo Č1

$P = 0,55 \text{ kW}$

$Q = 3,0 \text{ l/s}$

$H = 6,0 \text{ m}$

230 V

počet: 1 ks

3. míchadla

$P = 1,25 \text{ kW}$

400 V, 50 Hz

počet: 2 ks

4. dmychadlo

včetně protihlukového krytu a FM

400 V/50 Hz

$P = 4,0 \text{ kW}$

počet: 2 ks

3. Technologie čištění odpadních vod

Princip komplexního čištění odpadních vod je založen na biologickém čištění jednotným homogenním biologickým kalem udržovaným ve vznosu, s simultánní denitrifikací, kde zdrojem uhlíku pro procesy denitrifikace je samotné organické znečištění odpadní vody.

3.1 Popis technologie

Splašková odpadní voda z kanalizace je tlakově přivedena do vyjímatelného lapače hrubých mechanických nečistot (česlicového koše, popř. česlí), který je osazen v **nátokové zóně** biologického reaktoru. Nátoková zóna je první část aktivační nádrže, která je od druhé části aktivační nádrže oddělena nornými stěnami a do které je zaústěn vývod čerpadla zahuštěného vratného kalu z dosazovací nádrže. Zde dochází k okamžitému smíchání odpadní vody s aktivovaným kalem a tím i k biochemickým procesům čištění. V této části aktivační nádrže je zpravidla pomocí regulačních ventilů sníženo množství vzduchu do aeračních elementů, z důvodu efektivního zachycení plovoucích nečistot vstupujících do systému spolu s odpadní vodou. Pokud nedojde v nátokové zóně k úplnému biologickému odbourání plovoucích nečistot, je nutné při pravidelné kontrole provozu ČOV tyto plovoucí nečistoty zachycené pomocí norných stěn v nátokové zóně odstranit. Po promíchání aktivační směsi s odpadní vodou pomocí provzdušňovacího systému v nátokové zóně, směs čištěné vody a aktivovaného kalu odtéká pod nornými stěnami do druhé **aktivační-nitrifikační části s bionosiči**. Zde pokračují za intenzivního okysličování aeračními elementy biologické procesy čištění. Po biologickém odstranění znečištění v aktivační – nitrifikační části ČOV natéká směs aktivovaného kalu a vyčištěné vody do prostoru **dosazovací nádrže** přes lapač plovoucích nečistot, kde zároveň dochází k odplynění směsi. V dosazovacím prostoru dojde k sedimentaci nerozpuštěných látek, jejich zahuštění u dna dosazovací nádrže. Po separování aktivovaného kalu od vyčištěné vody sedimentací v dosazovacím prostoru odtéká předčištěná odpadní voda přes ponorné odtokové žlaby do odtokového potrubí z ČOV.

Ve spodní, zúžené části pod dosazovacím prostorem je umístěno sání čerpadla zahuštěného aktivovaného kalu z dosazovací nádrže. Tím je zabezpečeno přečerpávání sedimentovaného zahuštěného aktivovaného kalu zpět do procesu čištění. Výstup tohoto čerpadla je zaústěn do nátokové zóny ČOV.

Při provozu ČOV dochází ke značným jak látkovým, tak hydraulickým nerovnoměrnostem v nátoku odpadní vody. Z těchto důvodů dochází někdy k vyflotování aktivovaného kalu v dosazovací nádrži a k vyplavání plovoucích nečistot na hladinu dosazovací nádrže. Tyto nežádoucí jevy je nutné je z hladiny dosazovací nádrže pravidelně odstraňovat. K tomuto účelu je v dosazovací nádrži osazeno hydraulicko – pneumatické čerpadlo, které zajistí odtah plovoucích nečistot z hladiny dosazovací nádrže.

Nastavení časového intervalu čištění hladiny dosazovací nádrže se určuje na základě poznatků z provozu. Interval lze nastavit dle provozních potřeb.

Biologický reaktor

Množství kalové suspenze, jako i množství dodávaného vzduchu do procesu je nutné udržovat podle bilančního zatížení na přítoku. Ty budou rozdílné v čase plného zatížení, resp. jen při částečném zatížení.

Každé vybočení z optimálních parametrů znamená zhoršení kvality vody na odtoku a tímí snížení čistícího účinku ČOV. Aby k tomuto nežádoucímu stavu nedocházelo, je potřebné dodržet požadovanou koncentraci kalu v procesu čištění a zabezpečit dostatečný přísun vzduchu do procesu. Aplikované bionosiče z PU pěny s aktivním uhlím také zvyšují flexibilitu ČOV. Optimalizace přísunu vzduchu do systému se provádí pomocí přerušování chodu dmyhadla. Za účelem udržení bionosičů v aerační zóně (aktivaci), budou všechny hydraulické prostupy opatřeny šterbinovými filtračními koši. Přebytková biomasa aktivovaného kalu se z procesu čištění odstraňuje jeho odčerpáváním pomocí hydraulicko – pneumatického čerpadla do nádrže na akumulaci a zahuštění přebytkového kalu, odkud je pak kal odvážen autocisternou a likvidován v souladu s příslušnými předpisy.

3. Energetická náročnost

Přehled instalovaných technologických zařízení , příkonů a provozních dob :

2 x dmyhadlo	P = 4 kW	12 hodin / den
2 x solenoidový ventil	P = 40 W	2 hodiny / den
1 x čerpadlo	P = 0,55 kW	1 hodi / den
1 x sonda parshallova žlabu	P = 220 V (20 W)	24 hod denně
1 x oxisonda	P = 220 V (20 W)	24 hod denně

celkový instalovaný technologický příkon	: 9,0 kW
celkový maximální soudobý příkon	: 5,0 kW
předpokládaná denní spotřeba el. energie při rovnoměrném zatížení	: 58 kWh / d

4. Automatizace provozu ČOV a ČS

ČOV je řízena vlastním technologickým rozvaděčem, který v sobě zahrnuje automatickou funkci chodu ČOV dle přednastavených parametrů. Chod ČOV je automatický. Vybírání shrabků s likvidací a odkalování je ruční. Dmychadlo je ovládáno pomocí oxisondy.

ČOV 340 EO

Datum : 18.4.2013
Akce : ČOV ČERNÉ VODĚRADY
Vypracoval : Kalmus
Verze : I.

1. Množství odpadních vod

Počet obyvatel	340
Počet napojených obyvatel	340
Potřeba vody	150,0 l/obyv.den
Produkce odpadních vod	150,0 l/obyv.den
Množství odpadních vod - obyvatelstvo	51,0 m ³ /d
- průmysl	0,0 m ³ /d
- z toho v 1.směně	0,0 m ³ /d
- balastní vody (max 15 %)	8,0 %
	4,1 m ³ /d
Průměrný denní přítok Q ₂₄	55,1 m ³ /d
	2,3 m ³ /h
	0,6 l/s
Součinitel denní nerovnoměrnosti	1,5
Součinitel denní nerovnoměrnosti průmyslových vod	1
Maximální denní přítok Q _d	80,6 m ³ /d
	3,4 m ³ /h
	0,9 l/s
Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti	3,50
Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti průmyslových vod	1,00
Maximální hodinový přítok Q _h	11,3 m ³ /h
	3,1 l/s
Maximální přítok za deště Q _{dešť} (u ČOV do 5000 EO)	18,1 m ³ /h
	5,0 l/s
Koeficient minimální hodinové nerovnoměrnosti	0,6
Minimální přítok Q _{min}	1,4 m ³ /h
	0,4 l/s

2. Znečištění

Počet obyvatel	340,0
BSK na obyvatele	60,0 g/obyv*d
BSK zatížení - obyvatelstvo	20,4 kg/d
- průmysl	0,0 kg/d

	- zemědělství	0,0 kg/d
	- ostatní	0,0 kg/d
Celkem		20,4 kg/d
Průměrná koncentrace		370,4 mg/l
Počet EO		340,0

CHSK na obyvatele		120,0 g/obyv*d
CHSK zatížení	- obyvatelstvo	40,8 kg/d
	- průmysl	0,0 kg/d
	- zemědělství	0,0 kg/d
	- ostatní	0,0 kg/d
Celkem		40,8 kg/d
Průměrná koncentrace		740,7 mg/l

NL na obyvatele		55,0 g/obyv*d
Nerozpustné látky	- obyvatelstvo	18,7 kg/d
	- průmysl	0,0 kg/d
	- zemědělství	0,0 kg/d
	- ostatní	0,0 kg/d
Celkem		18,7 kg/d
Průměrná koncentrace		339,5 mg/l

N-celk na obyvatele		11,0 g/obyv*d
N-celk zatížení	- obyvatelstvo	3,7 kg/d
	- průmysl	0,0 kg/d
	- zemědělství	0,0 kg/d
	- ostatní	0,0 kg/d
Celkem		3,7 kg/d
Průměrná koncentrace		67,9 mg/l

P na obyvatele		2,5 g/obyv*d
P zatížení	- obyvatelstvo	0,9 kg/d
	- průmysl	0,0 kg/d
	- zemědělství	0,0 kg/d
	- ostatní	0,0 kg/d
Celkem		0,9 kg/d
Průměrná koncentrace		15,4 mg/l

3. Aerační nádrže + nitrifikace

BSK-zatížení	20,4 kg/d
Koncentrace	370,4 mg/l
Zatížení kalu	0,060 kg BSK/kg sušiny
Množství kalu	340,0 kg sušiny
Koncentrace kalu	4,0 kg/m ³
Objem reaktoru	85,0 m ³

Objem aktivace	63,8 m ³
Objem denitrifikace	21,3 m ³
Čas zdržení - Q _{dmax}	25,3 h
- Q ₂₄	37,0 h
- Q _{návrh}	7,5 h
Požadovaná průměrná koncentrace na odtoku - BSK ₅	25,0 mg/l
- NL	30,0 mg/l
BSK ₅ v NL	0,25 mg/mg
Účinnost celková E %	93,3 %
Účinnost biologická E _b %	95,3 %
Produkce přebytečného kalu dle Hunken	12,0 kg/d
Specifická produkce přebytečného kalu dle ČSN	0,84 kg/d
Produkce přebytečného kalu dle ČSN	17,0 kg/d
Koncentrace sušiny	0,7 %
Stáří kalu	28,4 d
Oxické stáří kalu	21,3 d
Minimální teplota	8,0 st. C
Doporučené minimální stáří kalu	16,9 dní
Navržená recirkulace	150,0 %

Bilance dusíku

N-zatížení v surové odpadní vody	3,7 kg N/d
N-koncentrace v přebytečném kalu	6,0 %
N-zatížení přebytečného kalu	0,7 kg N/d
N-zatížení k nitrifikaci	3,0 kg N/d

Nitrifikační kinetika

Podíl organické sušiny	60,0 %
Nitrifikační zatížení	0,4 g N-NH ₄ /kg.h
	0,6 g N-NH ₄ /kg OS.h

Účinnost denitrifikace

Účinnost denitrifikace pro R = 100 %	50,0 %
R = 200 %	66,7 %
R = 400 %	80,0 %
R = 600 %	85,7 %

Požadavky na kyslík

Respirace substrátu	9,7 kg O ₂ /d
Koeficient endogenní respirace	0,1 kg O ₂ /d
Endogenní respirace	34,0 kg O ₂ /d
Nitrifikace	10,6 kg O ₂ /d
Celkem	54,3 kg O ₂ /d
	2,7 kg O ₂ /h
alfa	0,7

Saturační koncentrace kyslíku při teplotě 10 st.C	11,3 mg/l
Saturační koncentrace kyslíku při skutečné teplotě	10,2 mg/l
Zbytková koncentrace kyslíku	0,5 mg/l
$(D_{10}/D_t)^{0.5}$	0,86
Standardní oxygenační kapacita denní OCd	77,8 kgO ₂ /d
Standardní oxygenační kapacita hodinová OCh	3,2 kgO ₂ /h
Součinitel nerovnoměrnosti oxygenační kapacity kh	1,3
Standardní oxygenační kapacita maximální hodinová OChmax	4,2 kgO ₂ /h
Aerace	jemnobublinná
Hloubka aerace	2,8 m
Přenos kyslíku na m hloubky	12,0 g/m ³ *m
Požadované množství vzduchu	125,5 m ³ /h
Míchací efekt	2,0 m ³ /m ³ . h

4. Dosazovací nádrže

Koncentrace v aktivační nádrži	4,0 kg/m ³
Index kalu	150,0 ml/g
Dovolené hydraulické zatížení	1,0 m ³ /m ² /h
Požadovaná plocha nádrží	11,3 m ²
Plocha nádrží	12,6 m ²
Objem nádrže	14,5 m ³
Hydraulické zatížení pro Qd	0,27 m ³ /m ² *h
Qh	0,90 m ³ /m ² *h
Qdešť	1,44 m ³ /m ² *h
Qmin	0,11 m ³ /m ² *h
Látkové zatížení dle ČSN pro Qd	1,1 kg/m ² *h
Qh	3,6 kg/m ² *h
Qdešť	5,8 kg/m ² *h
Qmin	0,5 kg/m ² *h
Látkové zatížení s recirkulací pro Qd	2,7 kg/m ² *h
Qh	9,0 kg/m ² *h
Qdešť	5,8 kg/m ² *h
Qmin	1,1 kg/m ² *h
Doba zdržení pro Qd	4,3 h
Qh	1,3 h
Qdešť	0,8 h
Qmin	10,0 h
Potřebná délka žlabu pro Qd	0,7 m
Qh	2,3 m
Qdešť	3,6 m
Qmin	0,1 m
Recirkulace	150,0 %
Množství vratného kalu	5,0 m ³ /h
	1,4 l/s

5. Množství kalu

Přebytečný kal	12,0 kg suš/d
Kal v odtoku	2,4 kg suš/d
Množství sušiny kalu	9,5 kg suš/d
Koncentrace	7,0 kg/m ³
Množství kalu	1,4 m ³ /d

6. Zahušťovací nádrž

Předpokládané zahuštění	3,0 %
Množství kalu	0,32 m ³ /d
Množství kalové vody	1,0 m ³ /d
Nutná délka uskladnění	0 dní
Potřebný objem uskladňovací nádrže	0,0 m ³

7. Odtok

Odtok z ČOV	"p"
Q24	0,6 l/s
BSK5	25,0 mg/l
	15,94 mg/s
	1,38 kg/den
	0,29 t/rok
CHSK	110,00 mg/l
	70,13 mg/s
	6,06 kg/d
	1,55 t/rok
NL	30,0 mg/l
	19,13 mg/s
	1,65 kg/den
	0,34 t/rok
N-NH ₄	12,0 mg/l
	7,65 mg/s
	0,66 kg/den
	0,24 t/rok
Ncelk	20,0 mg/l
	12,75 mg/s
	1,10 kg/den
	0,40 t/rok
Pcelk	3,0 mg/l
	1,91 mg/s
	0,17 kg/den
	0,06 t/rok