



*Ing. Martin Fiala, Ph.D.*

*Severní 1945*

*415 01 Teplice*

*Mobil: 725 386 575*

*Email: [martin.fiala@profial.cz](mailto:martin.fiala@profial.cz)*

*Web: [www.profial.cz](http://www.profial.cz)*

# **Stanovení reálné kapacity ČOV Plchov a možnosti navýšení její kapacity**

Č. zakázky: 2023-01-OP-218

Datum: 30.4.2023

Vypracoval: Ing. Martin Fiala, Ph.D.

## Obsah

Základní údaje .....	3
Vyhodnocení podkladů .....	4
Počet obyvatel.....	4
Kanalizační síť, producenti .....	4
Uspořádání ČOV a projektované parametry.....	4
Povolení k vypouštění odpadních vod .....	6
Množství čištěných vod .....	6
Přiváděné znečištění .....	7
Teplota v aktivaci.....	8
Kvalita aktivovaného kalu .....	8
Kvalita vyčištěné vody .....	8
Rozměry nádrží.....	9
Rozhodující stroje a zařízení, systém řízení.....	9
Posouzení reálné kapacity ČOV .....	9
Hydrotechnické výpočty.....	10
Stanovení volné kapacity ČOV.....	18
Doporučení k provozu ČOV ve stávajícím uspořádání .....	19
Možnosti navýšení kapacity ČOV .....	19
Varianta bez dostavby nových objektů .....	19
Varianta s dostavbou nových objektů.....	24
Závěr.....	29
Odhad investičních nákladů .....	30
Optimalizace chodu stávající ČOV .....	30
Varianta bez dostavby nových objektů .....	30
Varianta s dostavbou nových objektů.....	30

## Základní údaje

### Identifikace objednatele

Obec Plchov  
Plchov 64  
27375 Třebíz  
IČO: 00640573  
DIČ: CZ00640573

### Identifikace zpracovatele

Ing. Martin Fiala, Ph.D.  
Severní 1945  
415 01 Teplice  
IČ: 05069793  
DIČ: CZ7407223516

### Předmět posouzení

Předmětem je stanovení reálné kapacity ČOV Plchov a možnosti navýšení její kapacity bez anebo s dostavbou nových stavebních objektů.

### Podklady

Pro účely posouzení byly k dispozici následující podklady.

- Informace o počtu trvale hlášených obyvatel, obyvatel připojených na kanalizaci, průmyslu a sociální vybavenosti obce.
- Údaje ze sčítání lidu z roku 2011, ČSÚ.
- Kanalizační řád obce Plchov ze září 2018.
- Provozní řád ČOV Plchov z roku 2020 (poslední revize).
- Povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových vydané MěÚ Slaný, OŽP pod č.j. MUSLANY/51773/2021/OŽP dne 18.10.2021.
- Projektová dokumentace pro stavební povolení zpracovaná firmou KV Engineering s.r.o. v únoru 2016.
- Veřejně dostupné údaje z VÚME a VÚPE za roky 2021 a 2022.
- Roční průtoky přes ČOV za roky 2021 a 2022.
- Analýzy odpadních vod na přítoku a odtoku za roky 2021 a 2022.
- Analýza aktivační směsi (kalu) ze dne 28.3.2023.
- Fotodokumentace a informace od odborného zástupce objednatele.
- Deníky obsluhy za roky 2021 a 2022.
- Kontrolní zaměření hlavních rozměrů nádrží biologického stupně.

## Vyhodnocení podkladů

V následujících kapitolách jsou shrnuty závěry z vyhodnocení stávajícího stavu, které jsou rozhodující pro posouzení reálné kapacity ČOV.

### Počet obyvatel

Ze stránek statistického úřadu byla stažena data týkající se vývoje počtu obyvatel za poslední 3 roky, viz níže. Z dat je zřejmé, že počet obyvatel v posledních 3 letech stagnuje.

- počet obyvatel v obci k 1.1.2020	197
- Počet obyvatel v obci k 1.1.2021	199
- <b>Počet obyvatel v obci k 1.1.2022</b>	<b>199.</b>

Dle údajů vyplývajících z databáze VÚME za rok 2021 je na kanalizační síť připojeno 204 obyvatel, což je ale v rozporu s uvedeným celkovým počtem obyvatel a stejně tak je s počtem obyvatel v rozporu i údaj o počtu připojených vyjádřených v ekvivalentních obyvatelích, který dle VÚME činí jen 22 EO!

**Údaje uvedené v databázi VÚME za rok 2021 se tak považují za nevěrohodné!**

Odhad počtu připojených obyvatel tak vychází z údajů, které poskytl odborný zástupce objednatele a které jsou k dispozici na internetu. Dle těchto podkladů se v obci nachází celkem 72 domů a celkem 65 z nich je aktuálně připojeno na kanalizaci. Z toho vyplývá, že cca 90% domů je připojeno na kanalizaci a to tedy znamená, že **na kanalizaci je připojeno odhadem 180 obyvatel ze 199 celkových.**

### Kanalizační síť, producenti

Kanalizační síť v obci Plchov byla vybudována jako oddílná. Jedná se o tlakovou kanalizaci (DČSOV), část je ale provedena jako gravitační, která je svedena do společné ČSOV č.1 (u obecního úřadu). ČSOV nemá přepad, ale doba akumulace je zde na více než 8 h průměrného přítoku.

V obci není žádný producent odpadních vod, který by měl významnější dopad na chod ČOV.

### Uspořádání ČOV a projektované parametry

Odpadní vody z obce Plchov natékají na mechanické předčištění tvořené hrubými česlemi. Zachycené shrabky jsou shromažďovány v popelnici, předčištěné vody dále odtékají do vyrovnávací nádrže, která současně slouží jako čerpací stanice (VN1 ČS) odpadních vod na biologický a separační stupeň čištění.

Biologický a separační stupeň čištění je tvořen aktivační nádrží (AN), regenerační nádrží kalu (REG) a dosazovací nádrží DN). Výtlač odpadních vod je zaústěn do AN, kde se míchá s aktivovaným kalem a je provzdušňován. Aktivační směs dále natéká do DN, která je vestavěna do REG. V DN dojde k oddělení vyčištěné vody od kalu a vyčištěná voda dále odtéká do druhé vyrovnávací nádrže (VN2) a odtud již do recipientu. Vratný kal je ze dna DN čerpán do REG, odkud gravitačně odtéká zpět do AN. A plovoucí nečistoty z hladiny DN jsou sbírány nádržky a následně čerpány zpět do AN.

Přebytečný kal je čerpán mamutkovým čerpadlem z REG do kalojemu (KJ), kde je gravitačně zahuštěn a následně odvážen na externí likvidaci. Pro odtah odsazené kalové vody je zde osazeno čerpadlo s výtlačkem do VN1 ČS.

Měření průtoku přes ČOV je realizováno v měrném žlabu na odtoku vyčištěné vody a pro kontrolu je pak osazen i indukční průtokoměr na výtlačku čerpadel z VN1 ČS.

Návrhové parametry ČOV byly převzaty z projektové dokumentace a jejich shrnutí je uvedeno níže.

Tab. 1: Návrhové množství produkce odpadních vod

Průtok		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	l.s <sup>-1</sup>
Q <sub>24</sub>		-	24,0	1,0	0,28
Q <sub>d</sub>	K <sub>d</sub> = 1,50	-	36,1	1,5	0,42
Q <sub>h,max</sub>	K <sub>h</sub> = 5,2	-	-	7,7	2,2
Q <sub>čerp.</sub>		-	-	3,6	1,0

Tab. 2: Návrhové hodnoty znečištění produkovaných odpadních vod

Ukazatel	g.EO <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>	kg.d <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>
BSK <sub>5</sub>	60,0	11,1	462,0
CHSK <sub>Cr</sub>	120,0	22,2	924,0
NL	55,0	10,2	423,0
N-NH <sub>4</sub>	7,4	1,36	57,0
N <sub>celk</sub>	11,0	2,0	85,0
P <sub>celk</sub>	2,5	0,46	19,0

Tab. 3: Posouzení nádrží čistírny:

Parametr	Jednotka	hodnota
<b>AKTIVACE</b>		
Objem aktivace (AN)	m <sup>3</sup>	22,0
Objem regenerace (RN)	m <sup>3</sup>	14,0
Celkový objem AN + RN	m <sup>3</sup>	36,0
Koncentrace kalu v aktivaci	kg·m <sup>-3</sup>	4,0
Sušina kalu aktivaci	kg	88,0
Koncentrace kalu v regeneraci	kg·m <sup>-3</sup>	8,0
Sušina kalu v regeneraci	kg	112,0
Celková sušina kalu v A + R	kg	200,0
Doba zdržení v AN:		
pro Q <sub>24</sub>	h	22,0
pro Q <sub>D</sub>	h	14,7
pro Q <sub>h,max</sub>	h	2,8
pro Q <sub>čerp.</sub>	h	6,1
Doba zdržení v AN+RN		
pro Q <sub>24</sub>	h	35,9
pro Q <sub>D</sub>	h	24,0

Z návrhových parametrů vyplývá, že **projektovaná kapacita ČOV činí 185 EO, nicméně množství vod odpovídá výpočtu pro 200 EO** a specifické produkci odpadních vod 120 l/(EO.d). A z Provozního řádu vyplývá, že ČOV má projektovanou kapacitu 200 EO a stejný údaj je pak uveden i v databázi VÚME.

Předpokládaná kvalita vyčištěných vod byla převzata z Provozního řádu a je následující:

	„p“	„m“
- BSK <sub>5</sub>	30	50
- CHSK <sub>Cr</sub>	110	170
- NL	40	60.



## Povolení k vypouštění odpadních vod

Povolení k vypouštění odpadních vod do vydal MěÚ Slaný, OŽP pod č.j. MUSLANY/51773/2021/OŽP dne 18.10.2021. Níže je uveden souhrn limitů, které z povolení vyplývají.

Údaje o předmětu rozhodnutí:	
Druh vypouštěných vod (Č 07)	splaškové
Druh recipientu (Č 08)	vodní tok
Stavby kanalizačních stok a objektů včetně čistíren odpadních vod	čistírna odpadních vod
Průměrné povolené	1 l/s
Maximální povolené	2 l/s
Maximální měsíční povolené	0,720 tis. m <sup>3</sup> /měs.
Roční povolené	8,640 tis. m <sup>3</sup> /rok
Počet měsíců v roce, ve kterých se vypouští	12
Počet dnů v roce, ve kterých se vypouští	365
<b>Časové omezení platnosti povolení</b>	<b>31.12.2026</b>
Velikost zdroje znečištění v EO	185
Údaje o povolené jakosti vypouštěných vod	
a) BSK <sub>5</sub> t/r	0,15 t/r
b) CHSK <sub>Cr</sub> t/r	0,7 t/r
c) NL t/r	0,22 t/r
a) BSK <sub>5</sub> Hodnota 'p'	30 mg/l
a) BSK <sub>5</sub> Hodnota 'm'	50 mg/l
b) CHSK <sub>Cr</sub> Hodnota 'p'	110 mg/l
b) CHSK <sub>Cr</sub> Hodnota 'm'	170 mg/l
c) NL Hodnota 'p'	40 mg/l
c) NL Hodnota 'm'	60 mg/l

Z povolení vyplývá, že povolená jakost vypouštěných vod je shodná s tím, co uvažoval projektant a současně **odpovídá standardům pro nejlepší dostupné technologie** ve velikostní kategorii < 500 EO, viz Příloha 7, NV č.401/2015 Sb.. A dále z něj vyplývá, že pro kvalitu vypouštěných vod nebyl předepsán limit pro N-NH<sub>4</sub> (ten se předepisuje až u velikostní kategorie 500 až 2 000 EO) což znamená, že **není požadováno, aby na ČOV probíhal proces nitrifikace**.

V provozním řádu se navzdory tomu ale uvádí, že:

*„Aktivační nádrže (AN): Pracuje ve dvou časově řízených fázích. V první fázi – nitrifikaci – je nádrž okysličována jemněbublinnými aeračními elementy a zároveň promíchávána vzduchem. Ve druhé fázi je vypnut přívod vzduchu a dochází k denitrifikaci.“*

Je tedy zřejmé, že projektant uvažoval s procesem nitrifikace a denitrifikace i navzdory tomu, že to legislativa ani vodoprávní úřad nepožaduje.

## Množství čistěných vod

Vyhodnocení průměrného množství odpadních vod standardně vychází z celkového průtoku přes ČOV a podílu vody fakturované. Ze sdělení odborného zástupce obce však vyplývá, že množství vody fakturované není k dispozici (studny) a vycházelo se tak pouze z údajů celkového průtoku přes ČOV za poslední 2 roky:

- Množství vyčištěné vody v roce 2021                      5 739 m<sup>3</sup>/rok, tj. 15,7 m<sup>3</sup>/d (0,18 l/s),
- Množství vyčištěné vody v roce 2022                      5 438 m<sup>3</sup>/rok, tj. 14,9 m<sup>3</sup>/d (0,17 l/s).

Na ČOV je tedy **přiváděno množství vod, které odpovídá cca 62 až 65% projektovaného průměrného množství (Q<sub>24</sub> = 24 m<sup>3</sup>/d)**.

Údaje o denních, hodinových a okamžitých průtocích nebyly k dispozici a nebylo tak možné určit denní ani hodinové kolísání odpadních vod. Do deníku obsluhy se sice zapisují stavy průtokoměru, ale odečty jsou prováděny v různé časy a ani tyto hodnoty tak není možné pro vyhodnocení využít. **Pro kolísání odpadních vod tak byly použity koeficienty dle ČSN pro kapacitu 200 EO, tj.  $k_d = 1,5$  a  $k_h = 5,2$ .**

Pro odhadovaný počet obyvatel připojených na kanalizaci (180) vychází **průměrná produkce odpadních vod na 82,8 l/(ob.d.)**, což je obvyklá hodnota pro produkci splaškových vod v lokalitách této velikosti a je **na základě této skutečnosti je tak možné říci, že do kanalizace nevnikají žádné balastní vody.**

### Přiváděné znečištění

Vyhodnocení množství znečištění přiváděného v odpadních vodách vychází z průměrného množství odpadních vod a dále ze statistického vyhodnocení koncentrací ukazatelů sledovaných na přítoku do ČOV za rok 2022, viz následující tabulka. Celkem bylo k dispozici 6 vzorků.

Rok 2022	CHSK <sub>Cr</sub> (mg/l)	BSK <sub>5</sub> (mg/l)	NL (mg/l)	N-NH <sub>4</sub> (mg/l)	N <sub>c</sub> (mg/l)
minimum	480	161	140	-	-
<b>průměr</b>	<b>567</b>	<b>203</b>	<b>223</b>	-	-
medián	565	202	220	-	-
maximum	670	241	325	-	-

Z vyhodnocení vyplývá, že **průměrné koncentrace** (hodnoty mediánu jsou de facto stejné) **jsou zhruba na úrovni 50% hodnot, které předpokládal projektant a než je obvyklé u tlakových kanalizací.**

Když se provede výpočet přiváděného znečištění v roce 2022 pro výše zjištěné průměrné koncentrace a průměrný průtok (14,9 m<sup>3</sup>/d), vychází přiváděné znečištění následujícím způsobem.

	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NL	N-NH <sub>4</sub>	N <sub>c</sub>
Průměrná koncentrace (mg/l)	567	203	223	-	-
<b>Přiváděné znečištění (EO)</b>	<b>70</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	-	-

**Z výpočtu vyplývá, že zjištěná hodnota přiváděného znečištění (cca 60 EO) je v zásadním rozporu s odhadovaným počtem obyvatel připojených na kanalizaci, který činí 180 obyvatel!**

Aby bylo možné odhadnou, co je příčinou výrazně nižšího znečištění oproti počtu připojených obyvatel, byl dne 28.3.2023 proveden kontrolní odběr vzorku přítoku a kromě běžně sledovaných ukazatelů v něm byly provedeny navíc i analýzy N-NH<sub>4</sub>, N<sub>c</sub> a P<sub>c</sub>. Výsledky analýz a dopočet přiváděného znečištění jsou shrnuty v následující tabulce.

Vzorek ze dne 28.3.2023	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NL	N-NH <sub>4</sub>	N <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>
Průměrná koncentrace (mg/l)	890	358	160	117	118	8,5
<b>Přiváděné znečištění (EO)</b>	<b>110</b>	<b>89</b>	<b>43</b>	-	<b>160</b>	<b>51</b>

V první řadě je nutné upozornit na skutečnost, že s ohledem na koncentraci CHSK<sub>Cr</sub> není reálné, aby byla koncentrace N-NH<sub>4</sub> téměř shodná s koncentrací N<sub>c</sub>! S ohledem na vzájemné poměry ukazatelů a zkušenosti z jiných lokalit se tedy předpokládá, že **stanovení N-NH<sub>4</sub> je chybné a koncentrace N-NH<sub>4</sub> bude na úrovni cca 70% hodnoty N<sub>c</sub>, tj. bude cca 83 mg/l.**

Dále z tabulky vyplývá, že **přiváděné znečištění dle BSK<sub>5</sub> (89 EO) a CHSK<sub>Cr</sub> (110 EO) bylo ve vzorku ze dne 28.3.2023 o cca 65% vyšší než průměrné znečištění vypočtené z analýz provedených v roce 2022, na druhé straně znečištění přiváděné dle NL (43 EO) bylo naopak o cca 30% nižší?!**

No a v neposlední řadě pak z tabulky vyplývá, že **přiváděné znečištění v ukazateli N<sub>c</sub> činí 160 EO**, což je výrazně více než pro ukazatele organického znečištění a ukazuje to na skutečnost, **že v kanalizaci nejspíš dochází k částečnému rozkladu organických látek.**

Přestože je znečištění vypočtené ze vzorku odebraného dne 28.3. v ukazatelích CHSK<sub>Cr</sub> a BSK<sub>5</sub> výrazně vyšší než průměrné znečištění vyplývající z analýz roku 2022, přesto ani tak neodpovídá počtu obyvatel připojených na kanalizaci. **U srovnatelných lokalit bývá poměr mezi počtem obyvatel a znečištěným vyjádřeným v EO maximálně do hodnoty 1,3, tady však poměr vychází až na 180/89 = 2,0 ob./EO.**

## Teplota v aktivaci

Teploty v aktivaci jsou obsluhou pravidelně zaznamenávány do deníku na ČOV. Ze záznamů v zimním období roku 2021 vyplývá, že **teplota klesá až na hodnoty 6,5 až 7,0°C**, kdy se držela od 10.2. až do 25.2., tj. po dobu cca 2 týdnů. Tato hodnota je však u ČOV s nulovým podílem balastních vod nezvykle nízká a **je tedy otázkou, kde k takovému ochlazení dochází?!**

**Teploty v letním období naopak dosahují hodnot až 24°C**, což odpovídá skutečnosti, že do kanalizace nevnikají žádné balastní vody a diskutované ochlazení vod v zimním období tak nejspíš bude spojené s tím, že voda vychladne buď v kanalizační síti anebo ve VN1 ČS.

## Kvalita aktivovaného kalu

Kvalita aktivovaného kalu se běžně nesleduje. Protože je ale na ČOV aplikována regenerace vratného kalu, která má přispívat ke zlepšení sedimentačních vlastností kalu, byl dne 28.3.2023 spolu s přítokem **proveden alespoň jeden kontrolní odběr vzorku aktivací směsi z AKT.**

Z výsledků analýz vzorku vyplývá, že koncentrace kalu činila 1,97 g/l při sedimentu 630 ml/l, tj. **hodnota KI vychází na 320 ml/g, což značí, že kal měl v době odběru velmi špatné sedimentační vlastnosti (!)**, protože obvyklá hodnota KI u takovýchto systémů bývá mezi 100 až 150 ml/g (průměr 125 ml/g)!

Protože se jednalo pouze o jeden vzorek a předpokládá se, že zjištěné špatné sedimentační vlastnosti budou na ČOV tohoto typu spíše výjimkou, **uvažuje se ve výpočtech maximální kapacity s hodnotou KI = 180 ml/g**, což je maximum, které doporučují uvažovat návrhové normy.

## Kvalita vyčištěné vody

Výsledky analýz vyčištěné vody v roce 2021 a 2022 jsou shrnuty v následující tabulce.

Datum	CHSK <sub>Cr</sub> (mg/l)	BSK <sub>5</sub> (mg/l)	NL (mg/l)
16.2.2021	105	28,8	24
14.4.2021	63	25,3	21
28.6.2021	78	23,2	6
16.8.2021	85	19,2	29
13.10.2021	71	20,5	18
9.12.2021	88	24,9	21
20.1.2022	91	24,6	18
28.3.2022	60	21,4	20



Datum	CHSK <sub>Cr</sub> (mg/l)	BSK <sub>5</sub> (mg/l)	NL (mg/l)
12.5.2022	38	13,3	10
26.7.2022	89	25,3	16
21.9.2022	58	20	19
17.11.2022	41	14	13
<b>průměr</b>	<b>72</b>	<b>22</b>	<b>18</b>
<b>limity (p/m)</b>	<b>110/170</b>	<b>30/50</b>	<b>40/60</b>

Z výsledků je patrné, že ČOV bez problémů plní limity dané v povolení a ani v jednom vzorku nedošlo k překročení hodnot „p“ ani „m“.

### Rozměry nádrží

Při prohlídce ČOV bylo provedeno kontrolní zaměření hlavních rozměrů nádrží, ostatní rozměry byly převzaty z projektové dokumentace.

- VN1 ČS                      šxdxhv (MIN-MAX) = 2,2 x 2,0 x 2,0 m =                      8,8 m<sup>3</sup>
- AN                            šxdxhv = 2,2 x 4,0 x 2,5 m =                      22,0 m<sup>3</sup>
- REG celkem                šxdxhv = 2,2 x 4,0 x 2,5 m =                      22,0 m<sup>3</sup>
- Užitný objem (po odečtu vestavěné DN)                      16,2 m<sup>3</sup>
- KJ                            šxdxhv = 2,0 x 2,2 x 2,65 m =                      11,7 m<sup>3</sup>

Průměr dosazovací nádrže je 2,1 m, celková hloubka vody 2,3 m a hloubka svislé části 0,95 m (kónus má výšku 1,35 m). Průměr u dna se dle výkresů odhaduje na cca 0,8 m a objem nádrže činí 5,8 m<sup>3</sup>.

### Rozhodující stroje a zařízení, systém řízení

Pro čerpání předčištěných odpadních vod jsou ve VN1 ČS osazena dvě čerpadla **HCP BF-05UN 3F/400V o výkonu Q = 14 m<sup>3</sup>/h při H = 4 m**, která pracují v sestavě 1+1 instalovaná rezerva. Čerpadla jsou dle sdělení odborného zástupce objednatele **řízena pouze dle aktuální výšky hladiny ve VN1 ČS**, tj. podle hladinových sond, **což je ale v rozporu s projektovanými hodnotami**, kde se uvádí, že na biologický stupeň se má čerpat maximálně 3,6 m<sup>3</sup>/h (1,0 l/s), tj. **mělo by se využívat akumulace ve VN1 ČS**.

Zdrojem vzduchu jsou **dvě dmyhadla, každé o výkonu 89,4 m<sup>3</sup>/h při přetlaku 35 kPa**. První dmyhadlo slouží jako zdroj vzduchu pouze pro AN, druhé dmyhadlo pak slouží jako zdroj vzduchu pro REG, VN2, KJ a také pro všechna mamutková čerpadla.

Na přívodu vzduchu k aeračnímu systému ve VN1 ČS a KJ jsou osazeny solenoidové ventily a stejně tak jsou osazeny i na přívodu vzduchu do mamutkových čerpadel vratného kalu, přebytečného kalu a odtahu plovoucích nečistot z hladiny DN.

Na ČOV je instalována řídicí jednotka, která zajišťuje řízení jednotlivých strojů a také solenoidových ventilů, které jsou osazeny na přívodech vzduchu do mamutkových čerpadel.

### Posouzení reálné kapacity ČOV

Výpočet maximální kapacity ČOV byl primárně proveden na základě parametrů, které vyplývají z výše uvedeného vyhodnocení. Pro nové producenty (obyvatele) se ale uvažuje s vyšší specifickou spotřebou než vychází pro stávající, konkrétně se 100 l/(ob.d).

## Hydrotechnické výpočty

Hydrotechnické výpočty byly zpracovány dle německé návrhové normy ATV A-131 (2000) a v souladu s požadavky ČSN 75 6402, ČSN 75 6401 a ČSN 75 6101.

*Poznámka:*

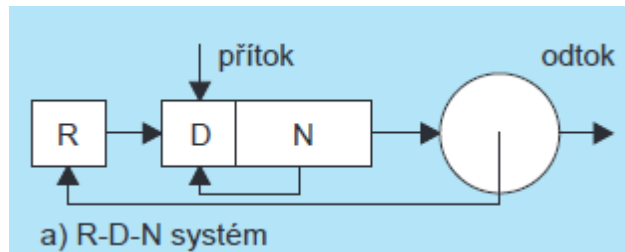
*Německá návrhová norma se datuje do roku 1991, kdy byla ještě uváděna pod označením ATV-A 131. Tehdy byla norma určena pouze pro ČOV s kapacitou nad 5 000 EO, nicméně revize z roku 2000 toto omezení zrušila a normu je možné používat pro návrh aktivačních ČOV bez omezení velikosti. Zatímco do roku 2016 byly výpočty dle této normy stejně jako dle ČSN 75 6401 založeny na hodnotě  $BSK_5$ , od roku 2016, kdy byla vydána poslední revize této normy, již tomu tak není. Ukazatel  $BSK_5$  byl z normy ATV-A 131 zcela vypuštěn a norma vychází striktně z ukazatele CHSK, kde je ale třeba určit její frakce. A dále došlo také k úpravě výpočtu zón u dosazovacích nádrží, kde jsou nově namísto 4 zón navrhovány pouze 3. Protože návrhové výpočty dle ČSN 75 6401 vychází stále ještě z hodnoty  $BSK_5$  a frakcionace CHSK není pro přítékající odpadní vody k dispozici, byl výpočet proveden dle verze ATV-A 131 z roku 2000 (dnes už pod označením DWA-A 131).*

***K hydrotechnickým výpočtům je nutné doplnit ještě jednu důležitou informaci, která se úzce týká uspořádání stávající ČOV, kde je zařazena nádrž regenerace kalu!***

***Proces R-D-N (regenerace – denitrifikace – nitrifikace)***, na který je navržena stávající ČOV, německá ani česká norma v podstatě nezná. V ČSN 75 6401 sice tento proces zmíněný je, v kapitole Intenzifikační procesy čištění, nicméně nejsou zde uvedeny žádné konkrétní parametry, jak systém regenerace do výpočtu započítat, respektive jak ho navrhnout, ač se jedná o český patent.

Asi ***nejlépe použití regenerace*** a možnost navýšení kapacity ČOV jejím zařazením do systému ***vystihuje článek***, který byl uveřejněn ***v časopise SOVAK*** (Sdružení oboru vodovodů a kanalizací), ***v čísle 11/2012***, s názvem Slepé uličky a problematika technologická řešení v českém čistírenství od autorů Libora Nováka, Pavla Chudoby, Radovana Šorma a Ondřeje Beneše. Z tohoto článku byla také použita citace, viz následující text označený kurzívou.

*Aktivační systém s regenerací kalu lze považovat za český přínos světovému čistírenství (Kos et al., 1992). Regenerací se rozumí biologický reaktor umístěný v proudu vratného kalu, kde dochází při provzdušňování k odstraňování zásobních látek z bakteriálních buněk, a tím způsobem k regeneraci jejich kapacity eliminovat z odpadní vody organické znečištění při následném smíchání s odpadní vodou, viz obrázek.*



*Důvodem umístění regenerace do aktivačního procesu bylo zvýšit účinnost selektorové aktivace pro potlačování vláknitého bytění aktivovaného kalu. Původní instalace regenerace proto nesloužila k navýšení kapacity aktivačního systému, ale ke zlepšení jeho funkce. Prioritním důvodem bylo aktivovaný kal dostatečně regenerovat a proces stabilizovat akumulací značné zásoby kalu v místě bez přímého vlivu zatížení z přítoku. Pokud provedeme modelový výpočet srovnáním klasického D-N*

procesu s R-D-N procesem, tak zjistíme, že celkové objemy pro dosažení shodného čistícího efektu jsou buď shodné, případně mírně ve prospěch klasického D-N systému. Tento výsledek není překvapivý, ale koresponduje s teorií. Pokud systém plně nitrifikuje, veškerý dusík se konvertuje na oxidované formy již v hlavním proudu, tj. nitrifikačním reaktoru. Do regenerace umístěné ve vratném kalu se již mnoho amoniakálního dusíku nedostává (jedná se pouze o reziduální amoniakální dusík a amoniakální dusík vzniklý částečnou aerobní lyzací kalu). Pokud systém plně nenitrifikuje, pak regenerace dokáže amoniakální dusík z vratného kalu znitrifikovat, a tím proces nitrifikace v systému stabilizovat. V tomto případě ale není systém optimálně nadimenzován. Z tohoto principu je proto zřejmé, že představa navýšení nitrifikační kapacity systému pouhou dostavbou regenerace je zavádějící, což bylo demonstrováno již mnohokrát při prezentování procesu in-situ bioaugmentace nitrifikace. Bohužel je stále běžnou praxí projektantů, volit návrhový postup, při kterém se nejdříve vypočítá celková oxická zásoba kalu dle požadovaného oxického stáří, pak se navolí velikost nitrifikace a část kalu se umístí v zahuštěné formě do regenerace. Tento přístup logicky vede k poddimenzování celého procesu nitrifikace.

**Z výše uvedené citace tedy vyplývá, že přidání nádrže regenerace ke standardnímu procesu D-N tak v případě ČOV Plchov k navýšení kapacity ČOV nevedlo!**

Hydrotechnické výpočty kapacity ČOV ve stávajícím uspořádání tak byly na základě výše citovaného článku provedeny bez započtení regenerační nádrže do biologického stupně, tj. **pro biologický stupeň se uvažuje pouze s objemem AN ve výši 22 m<sup>3</sup>**! Výstup z výpočtů je uveden v následující tabulce.

Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
<b>Kapacita ČOV (BSK<sub>s</sub>), z toho:</b>	<b>185</b>	<b>EO</b>	<b>Projekt 185 EO</b>
- stávající přiváděné znečištění	89	EO	Připojených 180 ob.
- nově přiváděné znečištění	96	EO	
<u>Množství vod od stávajících obyvatel</u>			
Specifická produkce průměrná	167,4	l/(EO.d)	Odpovídá 82,8 l/(ob.d)
Množství splaškové vody Q <sub>24,m</sub>	14,9	m <sup>3</sup> /d	
	0,17	l/s	
	5 438	m <sup>3</sup> /rok	
Množství balastních vod Q <sub>b</sub>	0,0	m <sup>3</sup> /d	
	0,00	l/s	
	0,0	%	
Průměrný denní přítok Q <sub>24</sub>	14,9	m <sup>3</sup> /d	
	0,17	l/s	
	5 438	m <sup>3</sup> /rok	
<u>Množství vod od nových obyvatel</u>			
Specifická produkce průměrná	202,1	l/(EO.d)	Odpovídá 100 l/(ob.d)
Množství splaškové vody Q <sub>24,m</sub>	19,4	m <sup>3</sup> /d	
	0,22	l/s	
	7 081	m <sup>3</sup> /rok	
Množství balastních vod Q <sub>b</sub>	0,0	m <sup>3</sup> /d	
	0,00	l/s	
	0,0	%	
Průměrný denní přítok Q <sub>24</sub>	19,4	m <sup>3</sup> /d	

Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
	0,22	l/s	
	7 081	m <sup>3</sup> /rok	
<u>Množství vod celkem</u>			
Specifická produkce průměrná	185,4	l/(EO.d)	
Množství splaškové vody Q <sub>24,m</sub>	34	m <sup>3</sup> /d	
	0,40	l/s	
	12 519	m <sup>3</sup> /rok	
Množství balastních vod Q <sub>b</sub>	0	m <sup>3</sup> /d	
	0,00	l/s	
	0,0	%	
Průměrný denní přítok Q <sub>24</sub>	34	m <sup>3</sup> /d	
	0,40	l/s	
	12 519	m <sup>3</sup> /rok	
Maximální denní přítok Q <sub>d</sub>	51	m <sup>3</sup> /d	
koeficient denního kolísání kd	1,50	-	
	0,60	l/s	
Maximální hodinový přítok Q <sub>h</sub>	11,1	m <sup>3</sup> /h	
koeficient hodinového kolísání kh	5,20	-	
	3,10	l/s	
Maximální přítok za deště Q <sub>max,bio</sub>	2,5	m <sup>3</sup> /h	Předpokládá se využití VN1 ČS
	0,69	l/s	Nutná akumulace 8,6 m <sup>3</sup> !
<u>Přiváděné znečištění celkem</u>			
CHSK <sub>Cr</sub>	22,2	kg/d	
	140,0	g/(EO.d)	
	<b>185</b>	<b>EO</b>	
	649	mg/l	
BSK <sub>5</sub>	11,1	kg/d	
	70	g/(EO.d)	
	<b>185</b>	<b>EO</b>	
	324	mg/l	
NL	10,2	kg/d	
	64,2	g/(EO.d)	
	<b>185</b>	<b>EO</b>	
	297	mg/l	
N <sub>c</sub>	3,6	kg/d	
	<b>22,9</b>	g/(EO.d)	
	<b>331</b>	<b>EO</b>	
	106,3	mg/l	
N-NH <sub>4</sub>	3	kg/d	
	74,4	mg/l	
P <sub>c</sub>	0,3	kg/d	
	1,65	g/(EO.d)	
	<b>105</b>	<b>EO</b>	
	7,66	mg/l	
<u>Stáří kalu</u>			
Minimální teplota	17,0	°C	

Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
Poměr DEN/AKT navržený	0,000	-	
Návrhové stáří kalu pro minimální teplotu	5,0	d	Bez nitrifikace
Návrhové aerobní stáří kalu pro minimální teplotu	5,0	d	Bez nitrifikace
<u>Dosazovací nádrže</u>			
Kalový index	180	ml/g	Doporučeno volit 120 až 180
Zředěný kalový index (odhad)	145	ml/g	
Doba zdržení na $Q_{max,bio}$	2,34	h	Minimum 1,3 h (ČSN)
Koncentrace zahuštěného kalu při $Q_{max,bio}$ (ATV)	9,2	g/l	
Koncentrace vratného kalu při $Q_{max,bio}$ (ATV)	8,7	g/l	
Navržená výše recyklu na $Q_{max,bio}$	0,420	-	Maximum 1,0 (ATV)
	1,1	m <sup>3</sup> /h	
	0,3	l/s	
Navržená výše recyklu na $Q_d$	0,490	-	
Koncentrace kalu v aktivaci	2,57	g/l	
Sediment	463	ml/l	
Zatížení DN kalem (ATV)	275	l/(m <sup>2</sup> .h)	Maximum 650 pro NL < 20 mg/l
Hydraulické zatížení (ATV)	0,74	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)	
Plocha DN u hladiny nádrže	3,5	m <sup>2</sup>	
Potřebná separační plocha DN	3,4	m <sup>2</sup>	
Potřebná hloubka DN	2,37	m	
- Zóna čisté vody $h_1$ (ATV)	0,50	m	
- Zóna separace $h_2$ (ATV)	0,83	m	
- Zóna hustotního proudu $h_3$ (ATV)	0,35	m	
- Zahušťovací a vyklízeční zóna $h_4$ (ATV)	0,69	m	
Hydraulické zatížení DN (ČSN) na $Q_{max,bio}$	0,74	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)	Maximum 1,5
Látkové zatížení sep. plochy DN (ČSN) na $Q_{max,bio}$	1,90	kg/(m <sup>2</sup> .h)	Doporučeno max. 5-6
<u>Produkce kalu, objemy nádrží, zatížení kalu</u>			
Koeficient výtěžku $Y_{obs}$	1,00	-	
Produkce biologického kalu	11,2	kg/d	
Produkce chemického kalu	0,0	kg/d	
Celková produkce kalu	11,2	kg/d	
Množství kalu v aktivaci	56	kg	
Potřebný objem aktivace	22	m <sup>3</sup>	
- z toho objem DEN	0	m <sup>3</sup>	
- z toho objem NIT	22	m <sup>3</sup>	
Doba kontaktu v DEN (na $Q_d$ + maximální recykl)	0,00	h	
Doba kontaktu v NIT (na $Q_d$ + maximální recykl)	5,17	h	
Objemové zatížení $B_v$	0,510	kg/(m <sup>3</sup> .d)	
Látkové zatížení $B_x$	0,198	kg/(kg/d)	
<u>Množství vzduchu pro NIT (dle TNV 75 6613)</u>			
Maximální teplota vody	24,0	°C	
Teplotní faktor	1,870	-	
Specifická spotřeba kyslíku	1,293	kg/kg	
Koeficient alfa	0,70	-	
Koeficient kolísání	1,30	-	Doporučeno 1-1,3

Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
Saturační koncentrace kyslíku ( $C_s$ )	8,40	mg/l	
Rovnovážná koncentrace kyslíku ( $C_x$ )	2,00	mg/l	
Množství kyslíku na oxidaci BSK <sub>5</sub>	14,4	kg/d	
Množství kyslíku na oxidaci N-NH <sub>4</sub>	14,1	kg/d	Pro případ, že by fungovala
Úspora kyslíku denitrifikací	0,0	kg/d	
Provozní spotřeba kyslíku	28,5	kg/d	
Oxygenační kapacita OC <sub>st</sub>	71,1	kg/d	
Využití kyslíku na 1 m hloubky	5,50	%	
Hloubka ponoru elementů v NIT	2,25	m	
Potřebné množství vzduchu	85	m <sup>3</sup> /h	Dmychadlo 89 m <sup>3</sup> /h
Potřebné množství vzduchu vč. mamutek (odhad)	85	m <sup>3</sup> /h	
<u>Kalové hospodářství</u>			
Množství přebytečného kalu	11,2	kg/d	
Koncentrace přebytečného kalu	8,7	g/l	
	0,87	%	
Objem přebytečného kalu	1,3	m <sup>3</sup> /d	
Koncentrace gravitačně zahuštěného kalu	20	g/l	
	2,00	%	
Objem zahuštěného kalu	0,56	m <sup>3</sup> /d	
Objem aerobní stabilizace / kalojemu	12	m <sup>3</sup>	
Doba zdržení zahuštěného kalu v aerobní stabilizaci	21	d	ČSN: doporučeno 30 d

Z hydrotechnických výpočtů maximální kapacity ČOV za výše uvedených podmínek vyplývá následující:

- **Maximální kapacita ČOV ve stávajícím uspořádání a za výše uvedených podmínek (hodnota KI = 180 ml/g, což je doporučené návrhové maximum) činí 185 EO, což odpovídá projektu. Pokud by se ale použila reálně zjištěná hodnota KI = 320 ml/g, byla by kapacita nižší!**
- Uvedené kapacity odpovídá koncentrace kalu v AN ve výši 2,57 g/l. Reálně naměřená hodnota ve vzorku odebraném dne 28.3.2023 byla ale pouze 1,98 g/l.
- **Maximální průtok přes biologický stupeň nesmí překročit hodinové maximum 2,5 m<sup>3</sup>/h (tj. 0,69 l/s), přestože maximální hodinový průtok činí až 11,1 m<sup>3</sup>/h. Čerpadlo ve VN1 ČS tak musí být provozováno způsobem, aby byl požadavek na maximální průtok splněn a rozdíl mezi výše uvedenými průtoky (potřebná akumulace 8,6 m<sup>3</sup>) tak musí pokrýt akumulační prostor VN1 ČS, který činí 8,8 m<sup>3</sup>.**
- Návrhové stáří kalu je pouze 5 dní, což je minimum pro odstranění organického znečištění. Pro správné fungování procesu nitrifikace je to ale zcela nedostatečné a **proces nitrifikace tak při plném zatížení ČOV nebude fungovat.**
- Předpokládá se, že s ohledem na velikost stávajícího přiváděného znečištění bude proces nitrifikace schopen fungovat maximálně během letního období.
- Kapacita dmychadla je dostatečná pro zajištění potřeb biologického stupně i za předpokladu, že by fungoval proces nitrifikace. V kapacitě dmychadla je tak velká rezerva.

**Za předpokladu, že ČOV bude pracovat v optimálním nastavení a regenerace bude plnit svoji funkci, tj. hodnota KI klesne až na obvyklou návrhovou hodnotu pro systémy s regenerací (125 ml/g), bude maximální kapacita ČOV vyšší než 145 EO. Výstup z výpočtů je pro tuto variantu uveden v následující tabulce.**



Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
<b>Kapacita ČOV (BSK<sub>s</sub>), z toho:</b>	<b>200</b>	<b>EO</b>	<b>Projekt 185 EO</b>
- stávající přiváděné znečištění	89	EO	Připojených 180 ob.
- nově přiváděné znečištění	111	EO	
<u>Množství vod od stávajících obyvatel</u>			
Specifická produkce průměrná	167,4	l/(EO.d)	Odpovídá 82,8 l/(ob.d)
Množství splaškové vody Q <sub>24,m</sub>	14,9	m <sup>3</sup> /d	
	0,17	l/s	
	5 438	m <sup>3</sup> /rok	
Množství balastních vod Q <sub>b</sub>	0,0	m <sup>3</sup> /d	
	0,00	l/s	
	0,0	%	
Průměrný denní přítok Q <sub>24</sub>	14,9	m <sup>3</sup> /d	
	0,17	l/s	
	5 438	m <sup>3</sup> /rok	
<u>Množství vod od nových obyvatel</u>			
Specifická produkce průměrná	201,8	l/(EO.d)	Odpovídá 100 l/(ob.d)
Množství splaškové vody Q <sub>24,m</sub>	22,4	m <sup>3</sup> /d	
	0,26	l/s	
	8 176	m <sup>3</sup> /rok	
Množství balastních vod Q <sub>b</sub>	0,0	m <sup>3</sup> /d	
	0,00	l/s	
	0,0	%	
Průměrný denní přítok Q <sub>24</sub>	22,4	m <sup>3</sup> /d	
	0,26	l/s	
	8 176	m <sup>3</sup> /rok	
<u>Množství vod celkem</u>			
Specifická produkce průměrná	186,5	l/(EO.d)	
Množství splaškové vody Q <sub>24,m</sub>	37	m <sup>3</sup> /d	
	0,43	l/s	
	13 614	m <sup>3</sup> /rok	
Množství balastních vod Q <sub>b</sub>	0	m <sup>3</sup> /d	
	0,00	l/s	
	0,0	%	
Průměrný denní přítok Q <sub>24</sub>	37	m <sup>3</sup> /d	
	0,43	l/s	
	13 614	m <sup>3</sup> /rok	
Maximální denní přítok Q <sub>d</sub>	56	m <sup>3</sup> /d	
koeficient denního kolísání kd	1,50	-	
	0,65	l/s	
Maximální hodinový přítok Q <sub>h</sub>	12,1	m <sup>3</sup> /h	
koeficient hodinového kolísání kh	5,20	-	
	3,37	l/s	
Maximální přítok za deště Q <sub>max,bio</sub>	3,4	m <sup>3</sup> /h	Předpokládá se využití VN1 ČS
	0,93	l/s	Nutná akumulace 8,8 m <sup>3</sup> !

Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
<u>Přiváděné znečištění celkem</u>			
CHSK <sub>Cr</sub>	24,0	kg/d	
	140,0	g/(EO.d)	
	<b>200</b>	<b>EO</b>	
	645	mg/l	
BSK <sub>5</sub>	12,0	kg/d	
	70	g/(EO.d)	
	<b>200</b>	<b>EO</b>	
	322	mg/l	
NL	11,0	kg/d	
	64,2	g/(EO.d)	
	<b>200</b>	<b>EO</b>	
	295	mg/l	
N <sub>c</sub>	3,9	kg/d	
	<b>22,9</b>	g/(EO.d)	
	<b>358</b>	<b>EO</b>	
	105,7	mg/l	
N-NH <sub>4</sub>	3	kg/d	
	74,0	mg/l	
P <sub>c</sub>	0,3	kg/d	
	1,65	g/(EO.d)	
	<b>114</b>	<b>EO</b>	
	7,61	mg/l	
<u>Stáří kalu</u>			
Minimální teplota	17,0	°C	
Poměr DEN/AKT navržený	0,000	-	
Návrhové stáří kalu pro minimální teplotu	<b>5,0</b>	<b>d</b>	Bez nitrifikace
Návrhové aerobní stáří kalu pro minimální teplotu	<b>5,0</b>	<b>d</b>	Bez nitrifikace
<u>Dosazovací nádrže</u>			
Kalový index	<b>125</b>	ml/g	Doporučeno volit 120 až 180
Zředěný kalový index (odhad)	111	ml/g	
Doba zdržení na Q <sub>max,bio</sub>	1,74	h	Minimum 1,3 h (ČSN)
Koncentrace zahuštěného kalu při Q <sub>max,bio</sub> (ATV)	10,9	g/l	
Koncentrace vratného kalu při Q <sub>max,bio</sub> (ATV)	10,3	g/l	
Navržená výše recyklu na Q <sub>max,bio</sub>	0,360	-	Maximum 1,0 (ATV)
	1,2	m <sup>3</sup> /h	
	0,3	l/s	
Navržená výše recyklu na Q <sub>d</sub>	0,517	-	
Koncentrace kalu v aktivaci	2,73	g/l	
Sediment	341	ml/l	
Zatížení DN kalem (ATV)	296	l/(m <sup>2</sup> .h)	Maximum 650 pro NL < 20 mg/l
Hydraulické zatížení (ATV)	0,98	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)	
Plocha DN u hladiny nádrže	3,5	m <sup>2</sup>	
Potřebná separační plocha DN	3,4	m <sup>2</sup>	
Potřebná hloubka DN	2,40	m	
- Zóna čisté vody h <sub>1</sub> (ATV)	0,50	m	

Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
- Zóna separace $h_2$ (ATV)	0,95	m	
- Zóna hustotního proudu $h_3$ (ATV)	0,36	m	
- Zahušťovací a vyklízecí zóna $h_4$ (ATV)	0,58	m	
Hydraulické zatížení DN (ČSN) na $Q_{\max, \text{bio}}$	0,98	$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	Maximum 1,5
Látkové zatížení sep. plochy DN (ČSN) na $Q_{\max, \text{bio}}$	2,67	$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	Doporučeno max. 5-6
<b>Produkce kalu, objemy nádrží, zatížení kalu</b>			
Koeficient výtěžku $Y_{\text{obs}}$	1,00	-	
Produkce biologického kalu	12,1	kg/d	
Produkce chemického kalu	0,0	kg/d	
Celková produkce kalu	12,1	kg/d	
Množství kalu v aktivaci	61	kg	
Potřebný objem aktivace	22	$\text{m}^3$	
- z toho objem DEN	0	$\text{m}^3$	
- z toho objem NIT	22	$\text{m}^3$	
Doba kontaktu v DEN (na $Q_d$ + maximální recykl)	0,00	h	
Doba kontaktu v NIT (na $Q_d$ + maximální recykl)	4,87	h	
Objemové zatížení $B_v$	0,542	$\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$	
Látkové zatížení $B_x$	0,198	$\text{kg}/(\text{kg}/\text{d})$	
<b>Množství vzduchu pro NIT (dle TNV 75 6613)</b>			
Maximální teplota vody	24,0	$^{\circ}\text{C}$	
Teplotní faktor	1,870	-	
Specifická spotřeba kyslíku	1,293	kg/kg	
Koeficient alfa	0,70	-	
Koeficient kolísání	1,30	-	Doporučeno 1-1,3
Saturační koncentrace kyslíku ( $C_s$ )	8,40	mg/l	
Rovnovážná koncentrace kyslíku ( $C_x$ )	2,00	mg/l	
Množství kyslíku na oxidaci $\text{BSK}_5$	15,5	kg/d	
Množství kyslíku na oxidaci $\text{N-NH}_4$	15,2	kg/d	Pro případ, že by fungovala
Úspora kyslíku denitrifikací	0,0	kg/d	
Provozní spotřeba kyslíku	30,8	kg/d	
Oxygenační kapacita $\text{OC}_{\text{st}}$	76,8	kg/d	
Využití kyslíku na 1 m hloubky	5,50	%	
Hloubka ponoru elementů v NIT	2,25	m	
Potřebné množství vzduchu	92	$\text{m}^3/\text{h}$	Dmychadlo 89 $\text{m}^3/\text{h}$
Potřebné množství vzduchu vč. mamutek (odhad)	92	$\text{m}^3/\text{h}$	
<b>Kalové hospodářství</b>			
Množství přebytečného kalu	12,1	kg/d	
Koncentrace přebytečného kalu	10,3	g/l	
	1,03	%	
Objem přebytečného kalu	1,2	$\text{m}^3/\text{d}$	
Koncentrace gravitačně zahuštěného kalu	20	g/l	
	2,00	%	
Objem zahuštěného kalu	0,60	$\text{m}^3/\text{d}$	
Objem aerobní stabilizace / kalojemu	12	$\text{m}^3$	
Doba zdržení zahuštěného kalu v aerobní stabilizaci	19	d	ČSN: doporučeno 30 d

Z hydrotechnických výpočtů maximální kapacity ČOV za výše uvedených podmínek vyplývá následující:

- **Maximální kapacita ČOV ve stávajícím uspořádání a za výše uvedených podmínek (hodnota KI = 125 ml/g obvyklá pro systémy s regenerací) činí 200 EO.**
- Uvedené kapacitě odpovídá koncentrace kalu v AN ve výši 2,73 g/l. Reálně naměřená hodnota ve vzorku odebraném dne 28.3.2023 byla ale pouze 1,98 g/l.
- **Maximální průtok přes biologický stupeň nesmí překročit hodinové maximum 3,35 m<sup>3</sup>/h (tj. 0,93 l/s),** přestože maximální hodinový průtok činí až 12,1 m<sup>3</sup>/h. Čerpadlo ve VN1 ČS tak musí být provozováno způsobem, aby byl požadavek na maximální průtok splněn a rozdíl mezi výše uvedenými průtoky (potřebná akumulace 8,8 m<sup>3</sup>) tak musí pokrýt akumulační prostor VN1 ČS, který činí 8,8 m<sup>3</sup>.
- Návrhové stáří kalu je pouze 5 dní, což je minimum pro odstranění organického znečištění. Pro správné fungování procesu nitrifikace je to ale zcela nedostatečné a **proces nitrifikace tak při plném zatížení ČOV nebude fungovat.**
- Předpokládá se, že s ohledem na velikost stávajícího přiváděného znečištění bude proces nitrifikace schopen fungovat maximálně během letního období.
- Kapacita dmyhadla je dostatečná pro zajištění potřeb biologického stupně i pravděpodobně by dostačovala i pro případ, že by fungoval proces nitrifikace. Rozdíl v požadovaném množství (92 m<sup>3</sup>/h) a kapacitě dmyhadla (89 m<sup>3</sup>/h) je minimální a v letním období navíc pro nitrifikaci obvykle stačí i nižší koncentrace kyslíku než se uvažuje. V kapacitě dmyhadla je i přesto stále velká rezerva.

## Stanovení volné kapacity ČOV

Z výše uvedených výpočtů vyplývá, že maximální kapacita ČOV se mírně liší podle toho, jakou kvalitu kalu se podaří v biologickém stupni udržet.

1. Pro KI = 180 ml/g (koncentrace kalu 2,57 g/l) vychází kapacita ČOV na 185 EO dle BSK<sub>5</sub>.
2. pro KI = 125 ml/g (koncentrace kalu 2,73 g/l) vychází kapacita ČOV na 200 EO dle BSK<sub>5</sub>.

Stávající přiváděné znečištění se pohybuje na úrovni 89 EO dle BSK<sub>5</sub>, tj. volná kapacita ČOV vychází pro obě uvedené varianty následujícím způsobem.

1. Pro kapacitu 185 EO vychází volná kapacita na 185 – 89 = 96 EO dle BSK<sub>5</sub>.
2. Pro kapacitu 200 EO vychází volná kapacita na 200 – 89 = 111 EO dle BSK<sub>5</sub>.

**Volná kapacita ČOV se tedy aktuálně pohybuje cca mezi 89 až 111 EO.**

Problematické je ale určit, kolik připojených obyvatel volné kapacitě vyjádřené v EO odpovídá. **Stávající poměr 180/89 = 2,0 ob./EO je totiž neobvykle vysoký** a je otázkou, do jaké míry je to dáno rozkladem organických látek anebo například nepřesným způsobem odběru vzorků, tj. zda je možné takto vysokou hodnotu možné považovat za důvěryhodnou?! **Na srovnatelných lokalitách totiž bývá tento poměr obvykle do hodnoty 1,3 ob./EO a uvažovat poměr 2,0 ob./EO se považuje za velké riziko.**

Navíc se dá předpokládat, že poměr ob./EO bude ve výhledu nižší, protože se zvyšujícím se množstvím odpadních vod bude klesat doba zdržení v kanalizačním systému a rozklad organických látek tedy bude probíhat s menší intenzitou.

**Pro odhad počtu obyvatel, které bude možné na ČOV ještě připojit, se tak vychází z poměru, který je na srovnatelných lokalitách obvyklý, tj. 1,3 ob./EO, tj. byl zvolen bezpečný přístup.**

1. **Pro kapacitu 185 EO BSK<sub>5</sub>** vychází celkový počet napojených obyvatel na  $185 \cdot 1,3 = 241$ , tj. při stávajícím počtu 180 připojených **vychází volná kapacita na 61 obyvatel.**
2. **Pro kapacitu 200 EO BSK<sub>5</sub>** vychází celkový počet napojených obyvatel na  $200 \cdot 1,3 = 260$ , tj. při stávajícím počtu 180 připojených **vychází volná kapacita na 80 obyvatel.**

**Odhaduje se, že na ČOV bude možné za optimálních podmínek připojit až cca 80 nových obyvatel, je však třeba dbát následujících doporučení.**

### Doporučení k provozu ČOV ve stávajícím uspořádání

V první řadě se doporučuje **prověřit stávající způsob řízení jednotlivých pohonů na ČOV.** Pro řízení je zde osazena řídicí jednotka Fiedler, takže se doporučuje oslovit tuto firmu a získat od nich nejen popis algoritmů řízení pro konkrétní pohony, ale také výpis aktuálně nastavených parametrů. Předpokládá se, že toto by se mělo týkat nejen dmychadel, ale také solenoidových ventilů a čerpadel ve VN1 ČS.

Na základě zjištěných skutečností se dále doporučuje **optimalizovat nastavení jednotlivých parametrů** a pokud některý z algoritmů nebude vyhovovat potřebám výše uvedených výpočtů, doporučuje se ho změnit anebo nahradit nových. Důraz by měl být kladen především na čerpadla ve VN1 ČS, která by měla být provozována tak, aby nebyl překračován stanovený maximální průtok.

S ohledem na skutečnost, že kapacita ČOV závisí na sedimentačních vlastnostech kalu, se doporučuje **minimálně 1 rok pravidelně sledovat kvalitu kalu.** Při každém odběru vzorku vyčištěné vody se tak doporučuje odebrat i vzorek aktivační směsi z AN. Odběr z AN se provede nejdříve 5 min po spuštění dmychadla a provede se do odměrného válce objemu 1 l, kde se nechá 30 minut sedimentovat. Poté se odečte množství usazeného kalu (pokud by kal současně flotoval, tak se odečte objem usazeného a k tomu se přičte objem vyflotovaného kalu u hladiny) a celý objem válce se přelije do vzorkovnice, která se odveze do laboratoře ke stanovení NL. Hodnota objemu kalu se současně předá laboratoři, aby ji laboratoř uvedla do protokolu a mohla stanovit hodnotu  $KI = \text{objem kalu} / \text{NL}$ .

Protože stávající počet připojených obyvatel (180) neodpovídá přiváděnému znečištění (89 EO BSK<sub>5</sub>), doporučuje se **zpřesnit odběr vzorků na přítoku do ČOV.** Odběr je nutné provádět před nátokem do VN1 ČS a doporučuje se alespoň po dobu 1 roku realizovat 2-h slévaný vzorek po 15 min odstupech.

Na základě tohoto „monitoringu“ pak bude možné upřesnit nejen míru přiváděného znečištění, ale současně také reálnou kapacitu ČOV (po zjištění sedimentačních vlastností kalu) a z toho vyplývající volnou kapacitu ČOV.

### Možnosti navýšení kapacity ČOV

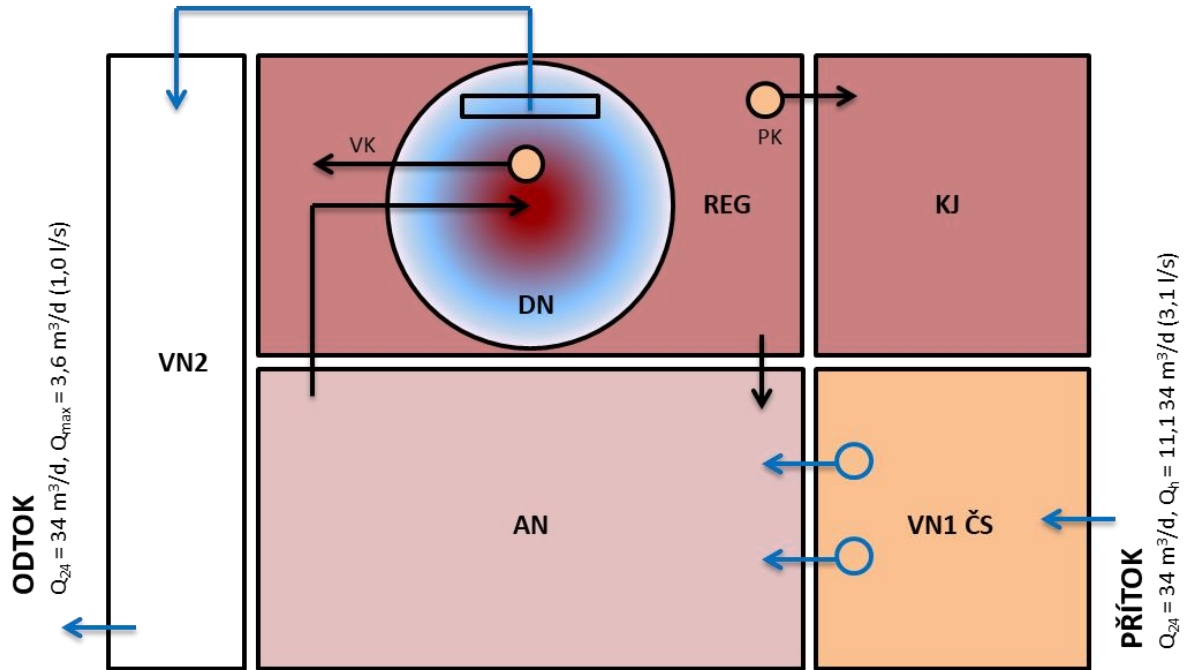
Navýšení kapacity ČOV se systémem, kde se uplatňuje aktivovaný kal v suspenzi, spočívá v tom, že se musí zvýšit množství kalu v systému, čehož lze docílit buď tím, že se zvýší objem nádrží biologického stupně, anebo tím, že se zvýší koncentrace kalu v těchto nádržích, tj. posílí se separační stupeň. Obě tyto možnosti jsou diskutovány v následujících kapitolách.

#### Varianta bez dostavby nových objektů

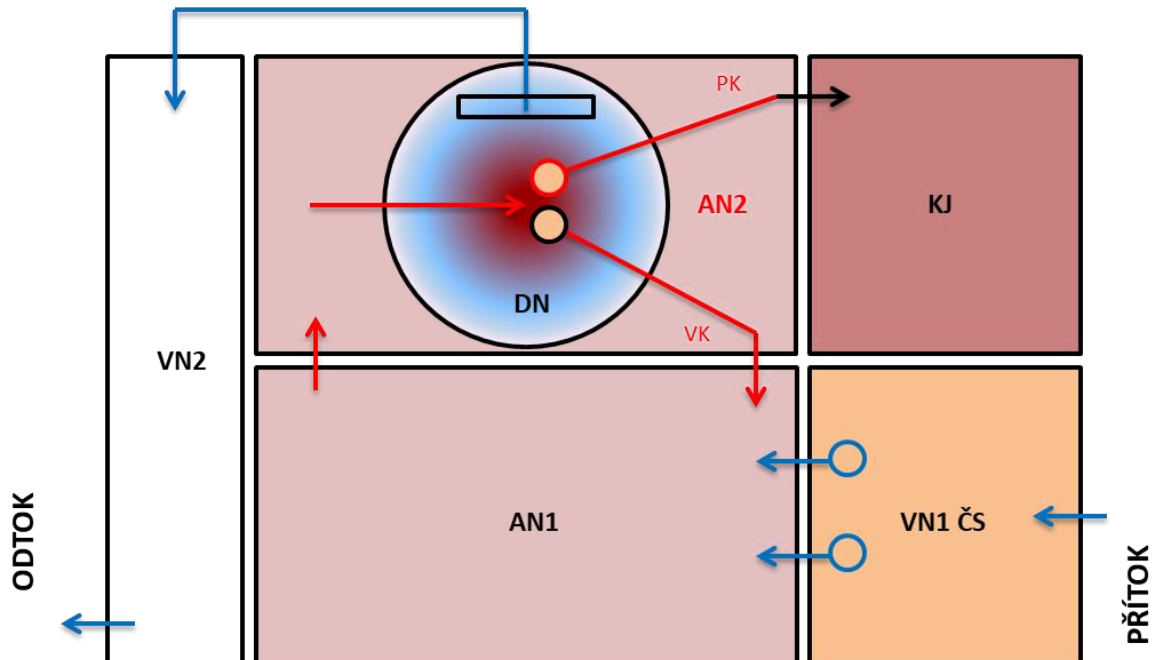
Z výše uvedených výpočtů vyplývá, že stávající separační stupeň (dosazovací nádrž) byl navržen pro výrazně nižší maximální průtok ve srovnání s průtokem, který přitéká na ČOV během špičky, a rozdíl mezi těmito množstvími tak musí pokrývat akumulací prostor v rámci VN1 ČS, který je jen 8,8 m<sup>3</sup>. Je tedy zřejmé, že **kapacita stávajícího separačního stupně nemá žádné výrazné rezervy a její navýšení (například formou snížení maximálního průtoku) tak již není možné.**

Druhou možností je **navýšení objemu nádrží biologického stupně** a zde se nabízí možnost pro tyto účely **využít stávající nádrž regenerace**. Stávající uspořádání AN-DN s regenerací kalu by se tak změnilo na uspořádání AN1-AN2-DN bez regenerace kalu, viz následující schémata stávajícího a nového stavu.

### ČOV Píčov – schéma stávajícího stavu



### ČOV Píčov – schéma stávajícího stavu (změna využití REG)



V navrhovaném uspořádání by tak objem biologické části činil  $38 \text{ m}^3$  namísto stávajících  $22 \text{ m}^3$ , avšak chyběla by regenerace kalu, tj. předpokládá se, že hodnota  $KI = 125 \text{ ml/g}$ , která se uvažuje pro systémy s regenerací kalu, by se zhoršila na hodnotu  $KI = 150 \text{ ml/g}$ , což je obvyklá hodnota uvažovaná pro systémy bez regenerace. Hydrotechnické výpočty pro navrhovanou variantu jsou v následující tabulce.



Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
<b>Kapacita ČOV (BSK<sub>s</sub>), z toho:</b>	<b>220</b>	<b>EO</b>	<b>Projekt 185 EO</b>
- stávající přiváděné znečištění	89	EO	Připojených 180 ob.
- nově přiváděné znečištění	131	EO	
<u>Množství vod od stávajících obyvatel</u>			
Specifická produkce průměrná	167,4	l/(EO.d)	Odpovídá 82,8 l/(ob.d)
Množství splaškové vody Q <sub>24,m</sub>	14,9	m <sup>3</sup> /d	
	0,17	l/s	
	5 438	m <sup>3</sup> /rok	
Množství balastních vod Q <sub>b</sub>	0,0	m <sup>3</sup> /d	
	0,00	l/s	
	0,0	%	
Průměrný denní přítok Q <sub>24</sub>	14,9	m <sup>3</sup> /d	
	0,17	l/s	
	5 438	m <sup>3</sup> /rok	
<u>Množství vod od nových obyvatel</u>			
Specifická produkce průměrná	202,3	l/(EO.d)	Odpovídá 100 l/(ob.d)
Množství splaškové vody Q <sub>24,m</sub>	26,5	m <sup>3</sup> /d	
	0,31	l/s	
	9 673	m <sup>3</sup> /rok	
Množství balastních vod Q <sub>b</sub>	0,0	m <sup>3</sup> /d	
	0,00	l/s	
	0,0	%	
Průměrný denní přítok Q <sub>24</sub>	26,5	m <sup>3</sup> /d	
	0,31	l/s	
	9 673	m <sup>3</sup> /rok	
<u>Množství vod celkem</u>			
Specifická produkce průměrná	188,2	l/(EO.d)	
Množství splaškové vody Q <sub>24,m</sub>	41	m <sup>3</sup> /d	
	0,48	l/s	
	15 111	m <sup>3</sup> /rok	
Množství balastních vod Q <sub>b</sub>	0	m <sup>3</sup> /d	
	0,00	l/s	
	0,0	%	
Průměrný denní přítok Q <sub>24</sub>	41	m <sup>3</sup> /d	
	0,48	l/s	
	15 111	m <sup>3</sup> /rok	
Maximální denní přítok Q <sub>d</sub>	62	m <sup>3</sup> /d	
koeficient denního kolísání kd	1,50	-	
	0,72	l/s	
Maximální hodinový přítok Q <sub>h</sub>	13,5	m <sup>3</sup> /h	
koeficient hodinového kolísání kh	5,20	-	
	3,74	l/s	
Maximální přítok za deště Q <sub>max,bio</sub>	<b>4,7</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>Předpokládá se využití VN1 ČS</b>
	<b>1,30</b>	<b>l/s</b>	<b>Nutná akumulace 8,8 m<sup>3</sup>!</b>

Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
<u>Přiváděné znečištění celkem</u>			
CHSK <sub>Cr</sub>	26,4	kg/d	
	140,0	g/(EO.d)	
	<b>220</b>	<b>EO</b>	
	639	mg/l	
BSK <sub>5</sub>	13,2	kg/d	
	70	g/(EO.d)	
	<b>220</b>	<b>EO</b>	
	319	mg/l	
NL	12,1	kg/d	
	64,2	g/(EO.d)	
	<b>220</b>	<b>EO</b>	
	293	mg/l	
N <sub>c</sub>	4,3	kg/d	
	<b>22,9</b>	g/(EO.d)	
	<b>394</b>	<b>EO</b>	
	104,7	mg/l	
N-NH <sub>4</sub>	3	kg/d	
	73,3	mg/l	
P <sub>c</sub>	0,3	kg/d	
	1,65	g/(EO.d)	
	<b>125</b>	<b>EO</b>	
	7,54	mg/l	
<u>Stáří kalu</u>			
Minimální teplota	17,0	°C	
Poměr DEN/AKT navržený	0,000	-	
Návrhové stáří kalu pro minimální teplotu	<b>5,0</b>	<b>d</b>	Bez nitrifikace
Návrhové aerobní stáří kalu pro minimální teplotu	<b>5,0</b>	<b>d</b>	Bez nitrifikace
<u>Dosazovací nádrže</u>			
Kalový index	<b>150</b>	<b>ml/g</b>	Doporučeno volit 120 až 180
Zředěný kalový index (odhad)	127	ml/g	
Doba zdržení na Q <sub>max,bio</sub>	1,30	h	Minimum 1,3 h (ČSN)
Koncentrace zahuštěného kalu při Q <sub>max,bio</sub> (ATV)	8,5	g/l	
Koncentrace vratného kalu při Q <sub>max,bio</sub> (ATV)	8,1	g/l	
Navržená výše recyklu na Q <sub>max,bio</sub>	0,277	-	Maximum 1,0 (ATV)
	1,3	m <sup>3</sup> /h	
	0,4	l/s	
Navržená výše recyklu na Q <sub>d</sub>	0,500	-	
Koncentrace kalu v aktivaci	1,75	g/l	
Sediment	263	ml/l	
Zatížení DN kalem (ATV)	300	l/(m <sup>2</sup> .h)	Maximum 650 pro NL < 20 mg/l
Hydraulické zatížení (ATV)	1,35	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)	
Plocha DN u hladiny nádrže	3,5	m <sup>2</sup>	
Potřebná separační plocha DN	3,5	m <sup>2</sup>	
Potřebná hloubka DN	2,40	m	
- Zóna čisté vody h <sub>1</sub> (ATV)	0,50	m	

Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
- Zóna separace $h_2$ (ATV)	1,11	m	
- Zóna hustotního proudu $h_3$ (ATV)	0,34	m	
- Zahušťovací a vyklízecí zóna $h_4$ (ATV)	0,44	m	
Hydraulické zatížení DN (ČSN) na $Q_{\max, \text{bio}}$	1,35	$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	Maximum 1,5
Látkové zatížení sep. plochy DN (ČSN) na $Q_{\max, \text{bio}}$	2,37	$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	Doporučeno max. 5-6
<b>Produkce kalu, objemy nádrží, zatížení kalu</b>			
Koeficient výtěžku $Y_{\text{obs}}$	1,00	-	
Produkce biologického kalu	13,3	kg/d	
Produkce chemického kalu	0,0	kg/d	
Celková produkce kalu	13,3	kg/d	
Množství kalu v aktivaci	67	kg	
Potřebný objem aktivace	38	$\text{m}^3$	
- z toho objem DEN	0	$\text{m}^3$	
- z toho objem NIT	38	$\text{m}^3$	
Doba kontaktu v DEN (na $Q_d$ + maximální recykl)	0,00	h	
Doba kontaktu v NIT (na $Q_d$ + maximální recykl)	7,60	h	
Objemové zatížení $B_v$	0,347	$\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$	
Látkové zatížení $B_x$	0,198	$\text{kg}/(\text{kg}/\text{d})$	
<b>Množství vzduchu pro NIT (dle TNV 75 6613)</b>			
Maximální teplota vody	24,0	$^{\circ}\text{C}$	
Teplotní faktor	1,870	-	
Specifická spotřeba kyslíku	1,293	kg/kg	
Koeficient alfa	0,70	-	
Koeficient kolísání	1,30	-	Doporučeno 1-1,3
Saturační koncentrace kyslíku ( $C_s$ )	8,40	mg/l	
Rovnovážná koncentrace kyslíku ( $C_x$ )	2,00	mg/l	
Množství kyslíku na oxidaci $\text{BSK}_5$	17,1	kg/d	
Množství kyslíku na oxidaci $\text{N-NH}_4$	16,7	kg/d	Pro případ, že by fungovala
Úspora kyslíku denitrifikací	0,0	kg/d	
Provozní spotřeba kyslíku	33,8	kg/d	
Oxygenační kapacita $\text{OC}_{\text{st}}$	84,5	kg/d	
Využití kyslíku na 1 m hloubky	5,50	%	
Hloubka ponoru elementů v NIT	2,25	m	
Potřebné množství vzduchu	102	$\text{m}^3/\text{h}$	Dmychadla 2x 89 = 178 $\text{m}^3/\text{h}$
Potřebné množství vzduchu vč. mamutek (odhad)	102	$\text{m}^3/\text{h}$	
<b>Kalové hospodářství</b>			
Množství přebytečného kalu	13,3	kg/d	
Koncentrace přebytečného kalu	8,1	g/l	
	0,81	%	
Objem přebytečného kalu	1,6	$\text{m}^3/\text{d}$	
Koncentrace gravitačně zahuštěného kalu	20	g/l	
	2,00	%	
Objem zahuštěného kalu	0,66	$\text{m}^3/\text{d}$	
Objem aerobní stabilizace / kalojemu	12	$\text{m}^3$	
Doba zdržení zahuštěného kalu v aerobní stabilizaci	18	d	ČSN: doporučeno 30 d

Z hydrotechnických výpočtů maximální kapacity ČOV za výše uvedených podmínek vyplývá následující:

- **Maximální kapacita ČOV v navrženém uspořádání a za výše uvedených podmínek (hodnota  $KI = 150 \text{ ml/g}$  obvyklá pro systémy bez regenerace) činí 220 EO, což oproti stávajícímu stavu poskytuje rezervu dalších 20 EO, tj. cca  $20 \cdot 1,3 = 26$  obyvatel.**
- Uvedené kapacitě odpovídá koncentrace kalu v AN1 + AN2 ve výši 1,75 g/l. Reálně naměřená hodnota ve vzorku odebraném dne 28.3.2023 byla 1,98 g/l.
- **Maximální průtok přes biologický stupeň by nesměl překročit hodinové maximum 4,67 m<sup>3</sup>/h (tj. 1,30 l/s),** přestože maximální hodinový průtok by byl až 13,5 m<sup>3</sup>/h. Čerpadlo ve VN1 ČS by tak muselo být provozováno způsobem, aby byl požadavek na maximální průtok splněn a rozdíl mezi výše uvedenými průtoky (potřebná akumulace 8,8 m<sup>3</sup>) by pokryl akumuláční prostor VN1 ČS, který činí 8,8 m<sup>3</sup>.
- Návrhové stáří kalu by bylo opět pouze 5 dní, což je minimum pro odstranění organického znečištění. Pro správné fungování procesu nitrifikace to tak bude zcela nedostatečné a **proces nitrifikace tak při plném zatížení ČOV nebude fungovat.**
- Předpokládá se, že s ohledem na velikost stávajícího přiváděného znečištění bude proces nitrifikace schopen fungovat maximálně během letního období.
- Kapacita dmychadel bude dostatečná pro zajištění potřeb biologického stupně, protože pro zajištění výše uvedená hodnoty 102 m<sup>3</sup>/h bude možné využít obě. První bude i nadále zdrojem vzduchu pro AN (nově AN1), druhé bude zdrojem vzduchu pro AN2 (dnes REG) a mamutková čerpadla. Celkem bude mít tato sestava výkon až 178 m<sup>3</sup>/h.

Závěrem lze tedy říci, že **změna využití nádrže REG a její začlenění do biologického stupně přinese navýšení pouze o cca 20 EO (cca 26 obyvatel).** Důvodem, proč je to pouze o 10% stávající kapacity, je nízká kapacita stávajícího separačního stupně v kombinaci s objemem akumulace ve VN1 ČS.

### Varianta s dostavbou nových objektů

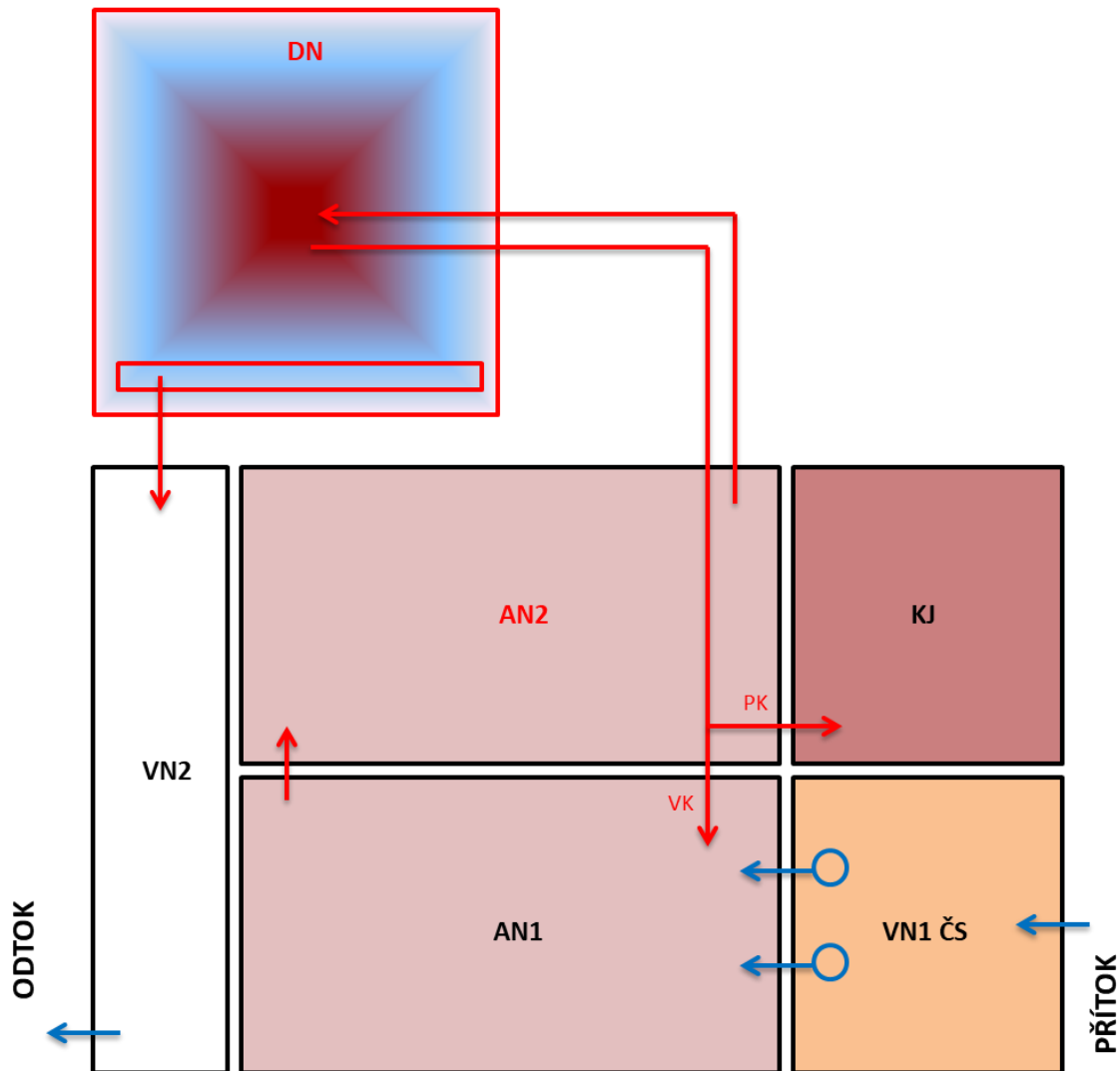
S ohledem na skutečnost, že **stávající separační stupeň nemá žádné výrazné rezervy a je limitujícím faktorem kapacity ČOV,** považuje se za ideální ho nahradit za nový, kapacitnější.

**Doporučuje se tedy realizovat novou vertikální dosazovací nádrž v podobě samostatného stavebního objektu,** který bude umístěn vedle stávajícího monobloku nádrží, viz zákres do mapy.



**Půdorysné rozměry nového stavebního objektu by byly 3,8 x 3,8 m a světlá hloubka by byla 4,2 m.** Vnitřní půdorysné rozměry dosazovací nádrže by byly 3,0 x 3,0 m, hloubka vody 3,9 m a výška rovné části pod hladinou 1,5 m (výška kónusu 2,4 m). Půdorysný rozměr u dna by byl 0,6 x 0,6 m. Současně by se demontovala stávající dosazovací nádrž a nádrž regenerace by se začlenila do nádrží biologického stupně, tj. vzniklo by stejné uspořádání jako v předcházející variantě, tj. AN1-AN2-DN, viz následující schéma navrhovaného stavu.

### ČOV Plchov – schéma navrhovaného stavu (dostavba nové DN)



V navrhovaném uspořádání by tak objem biologické části činil 44 m<sup>3</sup> namísto stávajících 22 m<sup>3</sup>, avšak chyběla by regenerace kalu, tj. předpokládá se, že hodnota KI = 125 ml/g, která se uvažuje pro systémy s regenerací kalu, by se zhoršila na hodnotu KI = 150 ml/g, což je obvyklá hodnota uvažovaná pro systémy bez regenerace.

Výhodou dostavby nové dosazovací nádrže by pak byla i skutečnost, že by bylo možné stavbu realizovat za plného provozu stávající ČOV. Demontáž stávající dosazovací nádrže je pak krátkodobou záležitostí a postup organizace výstavby by tak nebyl nijak složitý.

V navrhovaném uspořádání by kapacita ČOV činila 340 EO a hydrotechnické výpočty pro navrhovanou variantu jsou v následující tabulce.

Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
<b>Kapacita ČOV (BSK<sub>s</sub>), z toho:</b>	<b>340</b>	<b>EO</b>	<b>Projekt 185 EO</b>
- stávající přiváděné znečištění	89	EO	Připojených 180 ob.
- nově přiváděné znečištění	251	EO	
<u>Množství vod od stávajících obyvatel</u>			
Specifická produkce průměrná	167,4	l/(EO.d)	Odpovídá 82,8 l/(ob.d)
Množství splaškové vody Q <sub>24,m</sub>	14,9	m <sup>3</sup> /d	
	0,17	l/s	
	5 438	m <sup>3</sup> /rok	
Množství balastních vod Q <sub>b</sub>	0,0	m <sup>3</sup> /d	
	0,00	l/s	
	0,0	%	
Průměrný denní přítok Q <sub>24</sub>	14,9	m <sup>3</sup> /d	
	0,17	l/s	
	5 438	m <sup>3</sup> /rok	
<u>Množství vod od nových obyvatel</u>			
Specifická produkce průměrná	202,4	l/(EO.d)	Odpovídá 100 l/(ob.d)
Množství splaškové vody Q <sub>24,m</sub>	50,8	m <sup>3</sup> /d	
	0,59	l/s	
	18 542	m <sup>3</sup> /rok	
Množství balastních vod Q <sub>b</sub>	0,0	m <sup>3</sup> /d	
	0,00	l/s	
	0,0	%	
Průměrný denní přítok Q <sub>24</sub>	50,8	m <sup>3</sup> /d	
	0,59	l/s	
	18 542	m <sup>3</sup> /rok	
<u>Množství vod celkem</u>			
Specifická produkce průměrná	193,2	l/(EO.d)	
Množství splaškové vody Q <sub>24,m</sub>	66	m <sup>3</sup> /d	
	0,76	l/s	
	23 980	m <sup>3</sup> /rok	
Množství balastních vod Q <sub>b</sub>	0	m <sup>3</sup> /d	
	0,00	l/s	
	0,0	%	
Průměrný denní přítok Q <sub>24</sub>	66	m <sup>3</sup> /d	
	0,76	l/s	
	23 980	m <sup>3</sup> /rok	
Maximální denní přítok Q <sub>d</sub>	99	m <sup>3</sup> /d	
koeficient denního kolísání kd	1,50	-	
	1,14	l/s	
Maximální hodinový přítok Q <sub>h</sub>	16,4	m <sup>3</sup> /h	
koeficient hodinového kolísání kh	3,99	-	
	4,55	l/s	
Maximální přítok za deště Q <sub>max,bio</sub>	16,4	m <sup>3</sup> /h	Není nutná akumulace
	4,55	l/s	



Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
<u>Přiváděné znečištění celkem</u>			
CHSK <sub>Cr</sub>	40,8	kg/d	
	140,0	g/(EO.d)	
	<b>340</b>	<b>EO</b>	
	622	mg/l	
BSK <sub>5</sub>	20,4	kg/d	
	70	g/(EO.d)	
	<b>340</b>	<b>EO</b>	
	311	mg/l	
NL	18,7	kg/d	
	64,2	g/(EO.d)	
	<b>340</b>	<b>EO</b>	
	285	mg/l	
N <sub>c</sub>	6,7	kg/d	
	<b>22,9</b>	g/(EO.d)	
	<b>609</b>	<b>EO</b>	
	101,9	mg/l	
N-NH <sub>4</sub>	5	kg/d	
	71,3	mg/l	
P <sub>c</sub>	0,5	kg/d	
	1,65	g/(EO.d)	
	<b>193</b>	<b>EO</b>	
	7,34	mg/l	
<u>Stáří kalu</u>			
Minimální teplota	17,0	°C	
Poměr DEN/AKT navržený	0,000	-	
Návrhové stáří kalu pro minimální teplotu	<b>5,0</b>	<b>d</b>	Bez nitrifikace
Návrhové aerobní stáří kalu pro minimální teplotu	<b>5,0</b>	<b>d</b>	Bez nitrifikace
<u>Dosazovací nádrže</u>			
Kalový index	<b>150</b>	<b>ml/g</b>	Doporučeno volit 120 až 180
Zředěný kalový index (odhad)	127	ml/g	
Doba zdržení na Q <sub>max,bio</sub>	1,37	h	Minimum 1,3 h (ČSN)
Koncentrace zahuštěného kalu při Q <sub>max,bio</sub> (ATV)	8,8	g/l	
Koncentrace vratného kalu při Q <sub>max,bio</sub> (ATV)	8,3	g/l	
Navržená výše recyklu na Q <sub>max,bio</sub>	0,390	-	Maximum 1,0 (ATV)
	6,4	m <sup>3</sup> /h	
	1,8	l/s	
Navržená výše recyklu na Q <sub>d</sub>	1,555	-	
Koncentrace kalu v aktivaci	2,34	g/l	
Sediment	350	ml/l	
Zatížení DN kalem (ATV)	539	l/(m <sup>2</sup> .h)	Maximum 650 pro NL < 20 mg/l
Hydraulické zatížení (ATV)	1,82	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)	
Plocha DN u hladiny nádrže	9,0	m <sup>2</sup>	
Potřebná separační plocha DN	9,0	m <sup>2</sup>	
Potřebná hloubka DN	3,90	m	
- Zóna čisté vody h <sub>1</sub> (ATV)	0,50	m	

Parametr	Hodnota	Jednotka	Norma, poznámky
- Zóna separace $h_2$ (ATV)	1,80	m	
- Zóna hustotního proudu $h_3$ (ATV)	0,67	m	
- Zahušťovací a vyklízecí zóna $h_4$ (ATV)	0,92	m	
Hydraulické zatížení DN (ČSN) na $Q_{\max, \text{bio}}$	1,82	$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	Maximum 1,5
Látkové zatížení sep. plochy DN (ČSN) na $Q_{\max, \text{bio}}$	4,25	$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	Doporučeno max. 5-6
<b>Produkce kalu, objemy nádrží, zatížení kalu</b>			
Koeficient výtěžku $Y_{\text{obs}}$	1,00	-	
Produkce biologického kalu	20,5	kg/d	
Produkce chemického kalu	0,0	kg/d	
Celková produkce kalu	20,5	kg/d	
Množství kalu v aktivaci	103	kg	
Potřebný objem aktivace	44	$\text{m}^3$	
- z toho objem DEN	0	$\text{m}^3$	
- z toho objem NIT	44	$\text{m}^3$	
Doba kontaktu v DEN (na $Q_d$ + maximální recykl)	0,00	h	
Doba kontaktu v NIT (na $Q_d$ + maximální recykl)	4,20	h	
Objemové zatížení $B_v$	0,463	$\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$	
Látkové zatížení $B_x$	0,198	$\text{kg}/(\text{kg}/\text{d})$	
<b>Množství vzduchu pro NIT (dle TNV 75 6613)</b>			
Maximální teplota vody	24,0	$^{\circ}\text{C}$	
Teplotní faktor	1,870	-	
Specifická spotřeba kyslíku	1,293	kg/kg	
Koeficient alfa	0,70	-	
Koeficient kolísání	1,30	-	Doporučeno 1-1,3
Saturační koncentrace kyslíku ( $C_s$ )	8,40	mg/l	
Rovnovážná koncentrace kyslíku ( $C_x$ )	2,00	mg/l	
Množství kyslíku na oxidaci $\text{BSK}_5$	26,4	kg/d	
Množství kyslíku na oxidaci $\text{N-NH}_4$	25,8	kg/d	Pro případ, že by fungovala
Úspora kyslíku denitrifikací	0,0	kg/d	
Provozní spotřeba kyslíku	52,2	kg/d	
Oxygenační kapacita $\text{OC}_{\text{st}}$	130,4	kg/d	
Využití kyslíku na 1 m hloubky	5,50	%	
Hloubka ponoru elementů v NIT	2,25	m	
Potřebné množství vzduchu	157	$\text{m}^3/\text{h}$	Dmychadla 2x 89 = 178 $\text{m}^3/\text{h}$
Potřebné množství vzduchu vč. mamutek (odhad)	157	$\text{m}^3/\text{h}$	
<b>Kalové hospodářství</b>			
Množství přebytečného kalu	20,5	kg/d	
Koncentrace přebytečného kalu	8,3	g/l	
	0,83	%	
Objem přebytečného kalu	2,5	$\text{m}^3/\text{d}$	
Koncentrace gravitačně zahuštěného kalu	20	g/l	
	2,00	%	
Objem zahuštěného kalu	1,02	$\text{m}^3/\text{d}$	
Objem aerobní stabilizace / kalojemu	12	$\text{m}^3$	
Doba zdržení zahuštěného kalu v aerobní stabilizaci	11	d	ČSN: doporučeno 30 d

Z hydrotechnických výpočtů maximální kapacity ČOV za výše uvedených podmínek vyplývá následující:

- **Maximální kapacita ČOV v navrženém uspořádání a za výše uvedených podmínek (hodnota  $KI = 150 \text{ ml/g}$  obvyklá pro systémy bez regenerace) činí 340 EO, což oproti stávajícímu stavu poskytuje rezervu  $340-200 = 140 \text{ EO}$ , tj. cca  $140 \cdot 1,3 = 182$  obyvatel.**
- Uvedené kapacitě odpovídá koncentrace kalu v AN1 + AN2 ve výši 2,34 g/l.
- **Maximální průtok přes biologický stupeň by činil  $16,4 \text{ m}^3/\text{h}$  (tj.  $4,55 \text{ l/s}$ ) a nebylo by nutné využívat akumulární prostor ve VN1 ČS. Využití akumulárního objemu by zůstalo jako možnost pro optimalizaci chodu ČOV.**
- Návrhové stáří kalu by bylo opět pouze 5 dní, což je minimum pro odstranění organického znečištění. Pro správné fungování procesu nitrifikace to tak bude zcela nedostatečné a **proces nitrifikace tak při plném zatížení ČOV nebude fungovat.**
- Předpokládá se, že s ohledem na velikost stávajícího přiváděného znečištění bude proces nitrifikace schopen fungovat maximálně během letního období.
- Kapacita dmychadel bude dostatečná pro zajištění potřeb biologického stupně, protože pro zajištění výše uvedená hodnota  $157 \text{ m}^3/\text{h}$  bude možné využít obě. První bude i nadále zdrojem vzduchu pro AN (nově AN1), druhé bude zdrojem vzduchu pro AN2 (dnes REG) a mamutková čerpadla. Celkem bude mít tato sestava výkon až  $178 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- Doba zdržení přebytečného kalu v kalojemu by klesla na 11 dní, což bude znamenat nutnost častěji odvážet kal k likvidaci.

## Závěr

Kapacita stávající ČOV činí 185 až 200 EO v závislosti na tom, jakou kvalitu kalu se podaří v biologickém stupni udržet ( $KI = 125$  až  $180 \text{ ml/g}$ ), a zjištěná kapacita tak odpovídá projektované hodnotě.

Nejedná se však o systém s vysokým stářím kalu, jak uvádí projektová dokumentace, ale stáří kalu zde dosahuje pouze 5 dní, což je minimální hodnota pro vyčištění organického znečištění a nedostačuje pro udržení stabilního procesu nitrifikace, o kterém se v projektové dokumentaci mluví. Nitrifikace ale není dle platného povolení požadována (v povolení není limit na  $\text{N-NH}_4$ ), tj. tento rozpor je pouze v rovině teoretické a není nutné přistupovat k žádným opatřením.

Limitujícím prvkem ČOV je dosazovací nádrž, která je dimenzována na menší průtoky než přitékají ve špičkách a z tohoto důvodu je na ČOV navržena vyrovnávací nádrž, která má sloužit pro akumulaci odpadních vod během špiček a tím zajistit, aby dosazovací nádrž nebyla přetížená.

Z výše uvedených důvodů se doporučuje prověřit stávající způsob řízení ČOV a následně optimalizovat nastavení jednotlivých parametrů řízení, zpřesnit systém odběru vzorků na přítoku s cílem upřesnit výši přiváděného znečištění, realizovat několik odběr vzorků aktivační směsi s cílem určit sedimentační vlastnosti kalu a na základě provedených zjištění pak upřesnit údaj o znečištění přiváděném na ČOV a volné kapacitě ČOV.

Na ČOV dle provedených analýz přitéká v současné době znečištění ve výši cca 89 EO BSK<sub>5</sub> a volná kapacita ČOV tak činí cca 96 až 111 EO. Protože poměr mezi počtem obyvatel připojených na kanalizaci (odhaduje se 180) a přiváděným znečištěním ale vychází na 2 ob./EO, což je nezvykle vysoká hodnota, doporučuje se pro určení volné kapacity vycházet z poměru, který je na takovýchto lokalitách obvyklý, a to je cca 1,3 ob./EO.

Maximální kapacitě 200 EO za tohoto předpokladu odpovídá cca 260 připojených obyvatel, tj. volná kapacita ČOV z tohoto pohledu činí  $260 - 180 = 80$  obyvatel. Upřesnění této hodnoty bude ale možné až na základě výše uvedeného doporučení.

Navýšení kapacity ČOV je možné realizovat buď změnou využití stávajících nádrží (bez dostavby nových objektů) anebo dostavbou nových objektů.

V první variantě se navrhuje změnit stávající uspořádání nádrží ze systému AN-DN s regenerací kalu na systém AN1-AN2-DN bez regenerace kalu (REG bude AN2). Maximální kapacita pro toto uspořádání činí ale pouze 220 EO, což je dáno především výše zmíněným limitujícím prvkem. Volná kapacita by se tak v tomto uspořádání zvýšila pouze o 20 EO, tj. cca o 26 obyvatel.

Ve druhé variantě se navrhuje dostavět novou dosazovací nádrž o půdorysných rozměrech 3,8x3,8 m a světlé hloubce 4,3 m formou nového stavebního objektu, demontovat stávající vestavnou dosazovací nádrž a stávající uspořádání nádrží ze systému AN-DN s regenerací kalu na systém AN1-AN2-DN bez regenerace kalu (REG bude AN2). Maximální kapacita pro toto uspořádání činí až 340 EO a výhodou by bylo, že by dosazovací nádrž byla dimenzována na maximální průtok přitékající při špičkách, tj. nebylo by nutné využívat akumulaci vyrovnávací nádrže. Volná kapacita by se tak v tomto uspořádání zvýšila až o 140 EO, tj. až o cca 182 obyvatel.

## Odhad investičních nákladů

Jedná se pouze o orientační odhad nákladů, upřesnění přinese až detailnější rozpracování uvedených návrhů formou jednoduché dokumentace.

### Optimalizace chodu stávající ČOV

V první řadě se navrhuje optimalizace nastavení jednotlivých parametrů řízení, což se týká především vstupní čerpací stanice (VN1 ČS), kde je třeba prověřit, zda je režim čerpání nastaven tak, aby nebyl překračován maximální průtok přes biologický stupeň a byla využívána akumulace ve VN1 ČS. Pokud by se ukázalo, že stávající parametry (resp. algoritmy řízení) neumožňují provedení optimalizace, pak bude nutné algoritmy ve spolupráci s programátorem vhodným způsobem doplnit (firma Fiedler).

**Odhadovaná částka: 20 000 – 50 000 Kč bez DPH**

### Varianta bez dostavby nových objektů

Jedná se pouze o úpravu potrubních tras v rámci stávajících nádrží a přesunutí mamutky přebytečného kalu ze stávající nádrže REG do DN. Předpokládá se, že provádění úprav bude trvat maximálně dva dny a během této doby se bude přitékající odpadní voda akumulovat ve VN1 ČS a odvážet k likvidaci na větší ČOV (cca 1 fekální vozidlo o objemu 13 m<sup>3</sup> denně). Pokud by nebylo možné mamutku přesunout, bude nutné vyrobit novou.

**Odhadovaná částka: 150 000 – 200 000 Kč bez DPH**

### Varianta s dostavbou nových objektů

Jedná se o dostavbu nové dosazovací nádrže a následnou úpravu vystrojení stávajících nádrží. Tato varianta již předpokládá zpracování plnohodnotné projektové dokumentace pro vydání společného povolení a získání stavebního povolení.

**Odhadovaná částka: 3 000 000 – 3 500 000 Kč bez DPH**