AQUA CONTACT ®
Praha v.o.s.

ČOV DŘEVČICE

Návrh úprav a technologické výpočty intenzifikace kompletní čistírenské linky pro výhledové zatěžovací parametry

AQUA-CONTACT Praha v.o.s.,
Mařákova 8, 160 00 Praha 6,
tel.: 224 311 424
www.aqua-contact.cz

OBSAH

strana

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE DÍLA 3

1.1 Předmět díla 3

1.2 Podklady 3

1.3 Použitý software 3

2 PROJEKTOVÉ A TECHNICKÉ PARAMETRY ČOV 4

2.1 Vstupní projektové zatěžovací parametry 4

2.2 Technické parametry stávající ČOV 4
2.2.1 Hrubé předčištění 5
2.2.2 Aktivační proces 5
2.2.3 Dosazovací nádrž 6
2.2.4 Uskladňovací nádrž kalu 6

3 ANALÝZA VÝSLEDKŮ PROVOZNÍHO SLEDOVÁNÍ ČOV 7

3.1 Množství odpadních vod 7

3.2 Znečištění surových odpadních vod 8

3.3 Aktuální zatěžovací parametry 9

3.4 Provoz aktivačního procesu 10
3.4.1 Charakter a množství aktivovaného kalu 10
3.4.2 Teplota odpadních vod 11
3.4.3 Hlavní technologické parametry aktivačního procesu 11

3.5 Složení finálního odtoku 12

4 POŽADAVKY NA SLOŽENÍ FINÁLNÍHO ODTOKU 14

5 SOUVISEJÍCÍ PARAMETRY PRO TECHNOLOGICKÉ VÝPOČTY 15

5.1 Denní hydraulický profil nerovnoměrnosti zatížení ČOV 15

5.2 Kalová voda 15

6 VÝHLEDOVÉ ZATĚŽOVACÍ PARAMETRY 15

7 KONCEPCE INTENZIFIKACE A ÚPRAVY ČOV 16

8 STUPEŇ HRUBÉHO PŘEDČIŠTĚNÍ 20

8.1 Vypínací objekt 20

8.2 Hrubé předčištění 20

9 TECHNOLOGICKÉ VÝPOČTY AKTIVAČNÍHO PROCESU 20

9.1 Postup výpočtu 20

9.2 Použitý software 21

9.3 Výpočty aktivačního procesu 21
9.3.1 Stabilita nitrifikace 21
9.3.2 Aerační systém a dmychárna 24

10 VÝPOČTY SEPARAČNÍHO STUPNĚ 26

11 ODVOD A ZPRACOVÁNÍ PŘEBYTEČNÉHO KALU 27

12 ELEKTROINSTALCE A SYSTÉM MĚŘENÍ A REGULACE 28

ČOV DŘEVČICE

Návrh úprav a technologické výpočty intenzifikace kompletní čistírenské linky pro výhledové zatěžovací parametry

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE DÍLA

Název:	**Čistírna odpadních vod Dřevčice** - Návrh úprav a technologické výpočty intenzifikace kompletní čistírenské linky pro výhledové zatěžovací parametry
Místo:	**ČOV Dřevčice**
Objednatel:	**Obec Dřevčice** č. p. 73, 250 01 Brandýs nad Labem
Zpracovatel:	**AQUA-CONTACT Praha v.o.s.**, Husova 112, 551 01 Jaroměř provozovna: Mařákova 8, 160 00 Praha 6

1.1 Předmět díla

Předmětem díla je vyhodnocení stávajícího hydraulického a látkového zatížení a následně návrh a technologické výpočty intenzifikace existující vodní linky a kalového hospodářství pro výhledové zatěžovací parametry při respektování požadavků NV č. 401/2015 Sb.

1.2 Podklady

Pro vypracování díla byla k dispozici následující podkladová dokumentace:

(1) Údaje o provozním sledování a vyhodnocení funkce ČOV Dřevčice v letech 2019 až 2021.
(2) Vodohospodářské rozhodnutí č. j. MÚBNLSB-OŽP-77904/2020-BUCJA ze dne 3. 8. 2020.
(3) Provozní řád pro trvalý provoz ČOV Dřevčice.

1.3 Použitý software

Veškeré simulace chování biologické linky ČOV jsou provedeny pomocí matematického modelu aktivačního procesu počítačového software **GPS-X** kanadské firmy Hydromantis, Inc., číslo licence: 9117 0399 391 01E.

GPS-X je software kanadské firmy Hydromantis, Inc. umožňující flexibilní matematické simulace biologických systémů čištění odpadních vod v dynamickém stavu. GPS-X je považován za nejlepší produkt, který je v současné době k dispozici na světovém trhu. Předností je univerzální použití a flexibilita umožňující matematickou simulaci téměř všech procesů biologického čištění odpadních vod.

2 PROJEKTOVÉ A TECHNICKÉ PARAMETRY ČOV

2.1 Vstupní projektové zatěžovací parametry

Stávající technologická linka ČOV Dřevčice byla projektově připravována v roce 1980 a stavebně a technologicky realizována v roce 1982. Této skutečnosti jsou poplatné i hydraulické a látkové zatěžovací parametry prezentované v Tab. 1 a Tab. 2.

Tab. 1: Projektové hydraulické zatěžovací parametry ČOV Dřevčice.

Průtok	**$m^3.d^{-1}$**	**$m^3.h^{-1}$**	**$l.s^{-1}$**
Q_{24}	280,0	11,7	3,2
$Q_{návrhový}$	-	15,6	4,3

Tab. 2: Projektové látkové zatěžovací parametry ČOV Dřevčice.

Ukazatel	**$kg.d^{-1}$**	**$mg.l^{-1}$**
počet EO_{60} 1 000		
BSK_5	54	192,9
CHSK	-	-
NL	-	-
N-celk	-	-
P-celk	-	-

2.2 Technické parametry stávající ČOV

Odpadní vody jsou v obci Dřevčice kolektovány oddílným kanalizačním systémem a následně přivedeny kanalizací DN 300 do areálu ČOV. V areálu ČOV odpadní vody natékají na jemné ručně stírané česle a do horizontálního lapáku písku. Po hrubém předčištění jsou odpadní vody přiváděny do biologického stupně sestávajícího z klasického plně aerobního aktivačního procesu a typové dosazovací nádrže s vertikálním průtokem. Vyčištěná odpadní voda je z hladiny dosazovací nádrže odváděna přes měrný objekt do recipientu, kterým je Vinořský potok.

Dodávka kyslíku je pro aktivační proces zajištěna povrchovým aerátorem Sigma BSK Gigant.

Vyprodukovaný přebytečný aktivovaný kal je periodicky odváděn do kalového sila. Nakládání s vyprodukovaným přebytečným kalem je založeno na jeho uskladnění, gravitačním zahuštění a následném odvozu v tekutém stavu k další řízené likvidaci.

2.2.1 Hrubé předčištění

Odpadní vody kolektované z obce Dřevčice jsou oddílnou kanalizací přiváděny před biologickým stupněm ČOV na jemné ručně čištěné česle s šíří průlin 15 mm a do horizontálního lapáku písku.

2.2.2 Aktivační proces

Odpadní vody zbavené hrubých nečistot natékají do klasického směšovacího, plně aerobního aktivačního procesu, kam je zároveň zaústěn proud vratného kalu ze dna dosazovací nádrže. Homogenizace objemu aktivační nádrže a dodávka kyslíku je zajištěna povrchovým aerátorem Sigma BSK Gigant o průměru 1 m a příkonu 5,5 kW. V Tab. 3 jsou uvedeny hlavní technické parametry aktivačního procesu.

Tab. 3: Hlavní technické parametry stávajícího aktivačního D-N systému.

Parametr	**jednotka**	**hodnota**
aktivace	ks	1
délka × šířka	m × m	10 × 10
hloubka vody	m	2,75
objem	m^3	275

2.2.3 Dosazovací nádrž

Aktivovaný kal je od vyčištěné odpadní vody separován v jedné dosazovací nádrži čtvercového půdorysu s vertikálním průtokem. Usazený aktivovaný kal je ze dna nádrže vracen čerpadlem do aktivační nádrže.

Dosazovací nádrž	1 ks
délka hrany	3,6 m
hloubka vody	4,2 m
separační plocha	12,96 m^2
usazovací objem	25,3 m^3

2.2.4 Uskladňovací nádrž kalu

Vyprodukovaný přebytečný aktivovaný kal je přepouštěn do uskladňovací nádrže kalu vybavené ponorným čerpadlem pro odtah kalové vody.

Uskladňovací kalová nádrž	1 ks
délka × šířka	4,5 × 3,6 m
užitný objem	cca 48 m^3

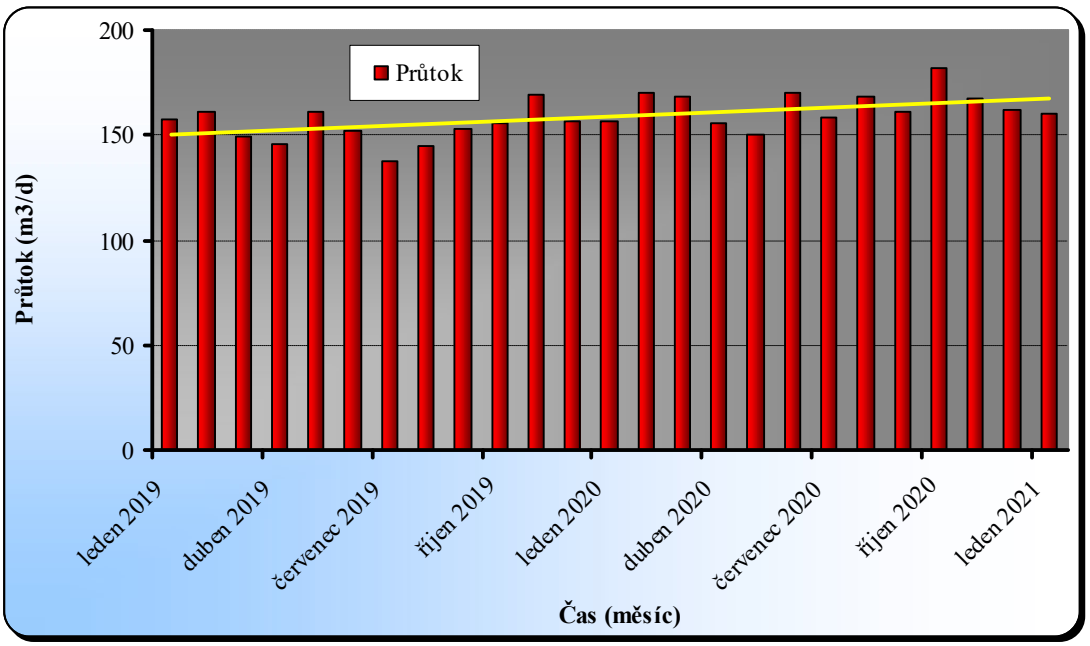
Zahuštěný kal je v tekutém stavu odvážen k další řízené likvidaci.

3 ANALÝZA VÝSLEDKŮ PROVOZNÍHO SLEDOVÁNÍ ČOV

V rámci zpracování materiálu „**Čistírna odpadních vod Dřevčice** - Technologické výpočty a návrh úprav stávající biologické linky pro výhledové zatěžovací parametry“ bylo provedeno vyhodnocení vstupních hydraulických a látkových zatěžovacích parametrů z let 2019 až 2021.

3.1 Množství odpadních vod

Na Obr. 1 je graficky znázorněn průběh množství odpadních vod přiváděných na ČOV Dřevčice v letech 2019 až 2021. V Tab. 4 jsou uvedeny hodnoty funkcí statistického zpracování naměřených dat průtoků odpadních vod v letech 2019 až 2021.



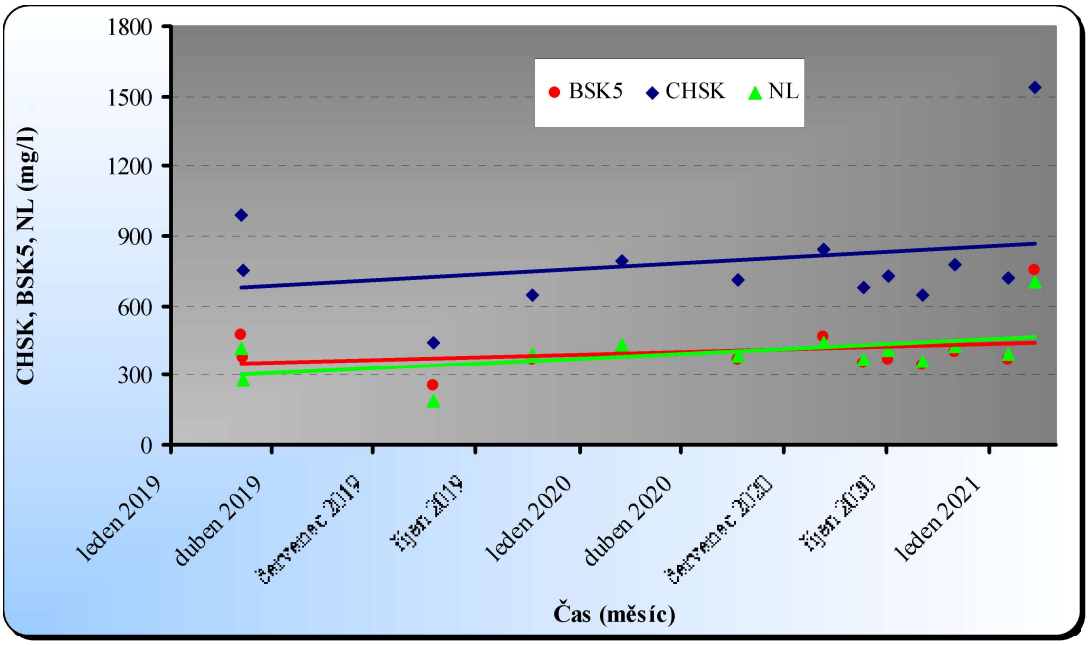
Obr. 1: Grafické znázornění množství přiváděných odpadních vod v letech 2019 až 2021.

Tab. 4: Hodnoty ukazatelů statistického zpracování dat hydraulického zatížení ČOV Dřevčice v letech 2019 až 2021.

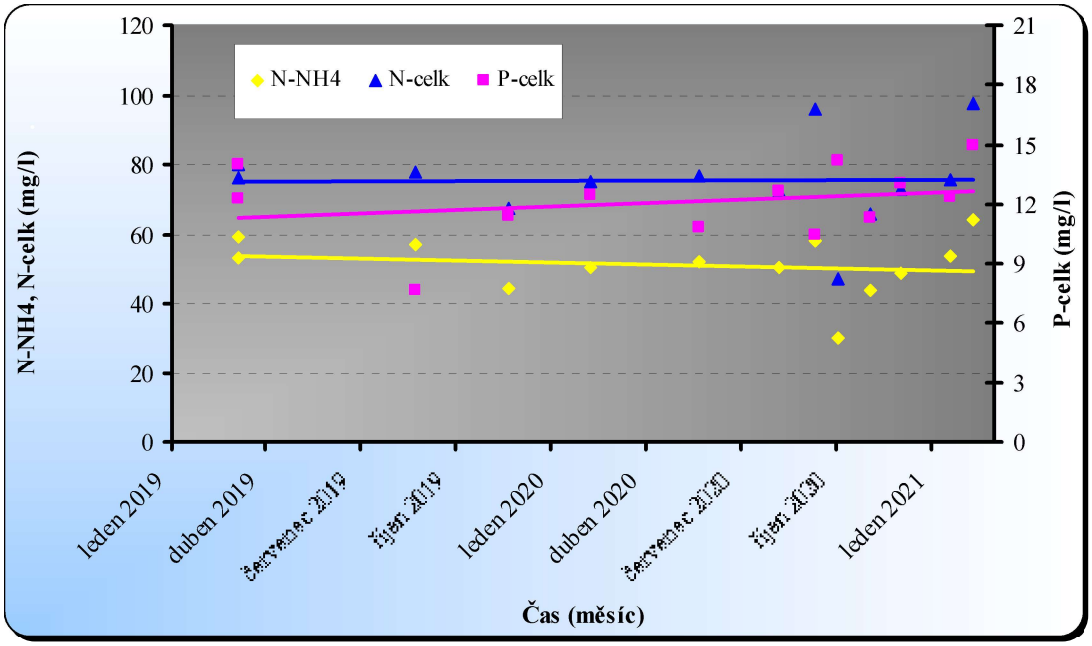
Ukazatel	**$m^3.d^{-1}$**
Aritmetický průměr - X	**159,0**
Medián	158,6
Maximum	182
Minimum	137
Počet měření	25

3.2 Znečištění surových odpadních vod

Na Obr. 2 jsou znázorněny grafické průběhy koncentračního znečištění surových odpadních vod přiváděných na ČOV Dřevčice v ukazatelích BSK_5, CHSK a NL v letech 2019 až 2021. Na Obr. 3 je pak znázorněn průběh koncentračního znečištění surových odpadních vod v ukazateli amoniakální dusík.



Obr. 2: Grafické znázornění koncentračního znečištění surových odpadních vod (BSK_5, CHSK a NL) přiváděných na ČOV Dřevčice v letech 2019 až 2021.



Obr. 3: Grafické znázornění koncentračního znečištění surových odpadních vod v ukazateli N-NH_4 přiváděných na ČOV Dřevčice v letech 2019 až 2021.

V Tab. 5 jsou uvedeny hodnoty funkcí statistického zpracování koncentračního znečištění surových odpadních vod přiváděných na ČOV Dřevčice.

Tab. 5: Statistické hodnocení koncentračního znečištění surových odpadních vod přiváděných na ČOV Dřevčice v letech 2019 až 2021.

Ukazatel	jednotka	BSK_5	CHSK	NL	$N\text{-}NH_4$	N-celk	P-celk
Průměr - X	**$mg.l^{-1}$**	**407,0**	**790,0**	**400,2**	**51,2**	**75,4**	**12,1**
Medián	$mg.l^{-1}$	370,0	730,0	396,0	52,2	75,7	12,4
Maximum	$mg.l^{-1}$	750,0	1 540,0	700,0	64,0	97,7	15,0
Minimum	$mg.l^{-1}$	250,0	440,0	188,0	30,4	47,2	7,7
Počet měření	ks	13	13	13	13	13	13

3.3 Aktuální zatěžovací parametry

Při použití průměrné hodnoty množství přiváděných odpadních vod z Tab. 4 a průměrných hodnot koncentračního znečištění surových odpadních vod přiváděných na ČOV Dřevčice z Tab. 5 jsou v následující Tab. 6 kalkulovány stávající zatěžovací parametry ČOV. Vypočtena jsou zároveň odpovídající zatížení vztažená na ekvivalentní obyvatele vzhledem ke specifické produkci znečištění dle ČSN 75 6401.

Tab. 6: Zatěžovací parametry ČOV Dřevčice v letech 2019 až 2021.

Ukazatel	hodnota	hodnota	EO dle ČSN 75 6401
Průtok	159,0 $m^3.d^{-1}$	1,8 $l.s^{-1}$	-
BSK_5	64,7 $kg.d^{-1}$	407 $mg.l^{-1}$	1 079

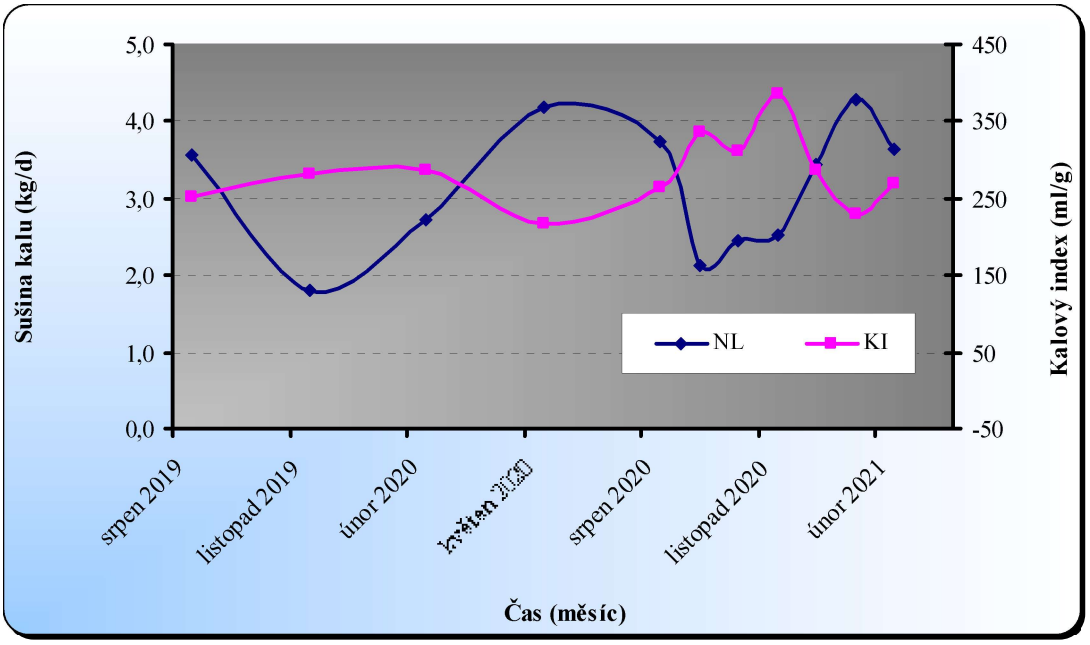
CHSK	125,6 kg.d^{-1}	790,0 mg.l^{-1}	1 047
NL	63,6 kg.d^{-1}	400,2 mg.l^{-1}	1 157
N-NH_4	8,1 kg.d^{-1}	51,2 mg.l^{-1}	-
N-celk	12,0 kg.d^{-1}	75,4 mg.l^{-1}	1 089
P-celk	1,9 kg.d^{-1}	12,1 mg.l^{-1}	772

Aktuální vyhodnocené látkové zatížení systému v ukazateli BSK_5 na úrovni cca 1 080 ekvivalentních obyvatel přibližně odpovídá skutečně žijícímu počtu lidí. Z tohoto pohledu se jeví vyhodnocení zatížení ČOV jako relevantní.

3.4 Provoz aktivačního procesu

3.4.1 Charakter a množství aktivovaného kalu

V rámci vyhodnocení dat provozního sledování ČOV Dřevčice byla věnována pozornost charakteru a množství kalu v aktivačním procesu. Charakteristika aktivovaného kalu byla vyhodnocována primárně s ohledem na jeho separační vlastnosti. Charakter aktivovaného kalu a především jeho sedimentační vlastnosti ovlivňují zásadním způsobem chod biologické části systému a druhotně i kalového hospodářství.

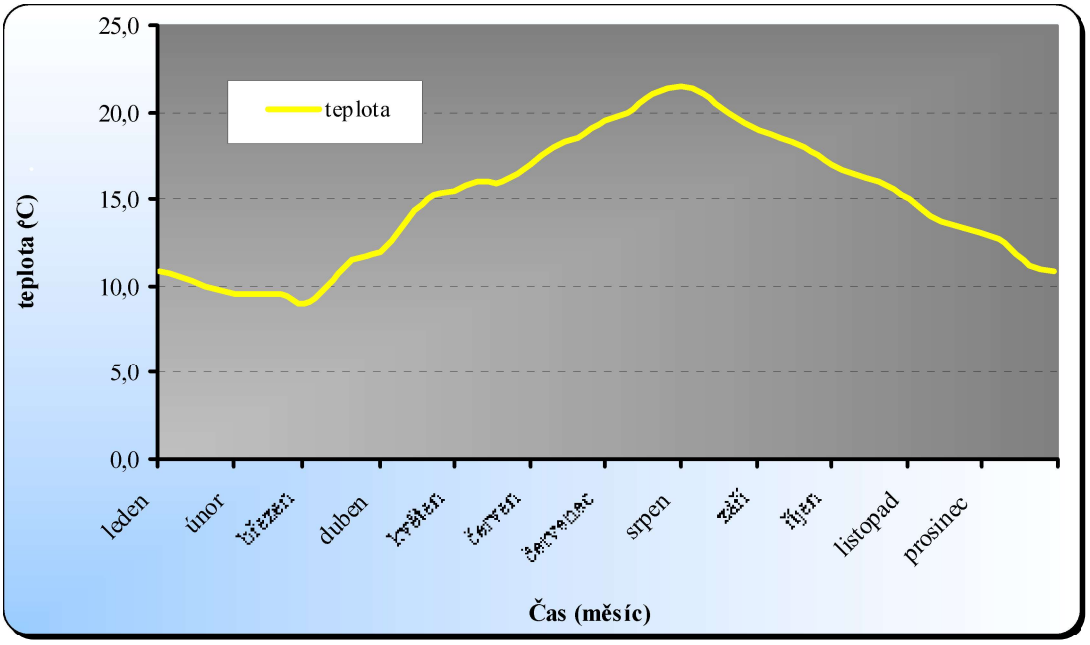


Obr. 4: Průběh hodnot sušin kalu a kalových indexů na ČOV Dřevčice.

Na Obr. 4 je znázorněn profil sušin kalu v aktivačním systému a hodnot kalového indexu ve vyhodnocovaném období roků 2019 až 2021. V grafickém průběhu je možno stabilně pozorovat velmi nepříznivé separační vlastnosti aktivovaného kalu reprezentované vysokými hodnotami kalových indexů. Hodnota kalového indexu kolísala v rozmezí 220 až 380 ml.g^{-1} s průměrnou hodnotou na úrovni 280 ml.g^{-1}. Tento stav je specifický pro aplikovaný systém směšovací plně aerobní aktivace. Koncentrace sušiny kalu se pohybovala v rozmezí 1,8 až 4,3 kg.m^{-3} s průměrnou hodnotou na úrovni 3,1 kg.m^{-3}.

3.4.2 Teplota odpadních vod

Jedním z rozhodujících parametrů při dimenzování biologických systémů vzhledem k NV č. 401/2015 Sb. a při výpočtech chování aktivačního procesu je teplota odpadní vody v průběhu roku. Na Obr. 5 je znázorněn roční teplotní profil na ČOV Dřevčice vyhodnocený z dat provozního sledování.



Obr. 5: Roční teplotní profil v aktivačním procesu na ČOV Dřevčice.

Dle prezentovaného grafického průběhu lze minimální teploty aktivační směsi dlouhodobě očekávat na úrovni 9,5 °C, nejvyšší na úrovni 22 °C. Těmto specifikům je nutno přizpůsobit výpočty chování biologického systému. Limitní požadavky na kvalitu odtoku jsou obyčejně formulovány a vyžadovány pro teplotu nad 12 °C. V této souvislosti si je však třeba uvědomit, že nebude-li biologický systém dimenzován pro minimální dosahované teploty, může dojít ke kolapsu procesu nitrifikace a její zpětný náběh je pak otázkou týdnů až měsíců. ČOV se pak po vzrůstu teplot směsi nad danou hodnotu teploty nachází v oblasti, kdy nesplňuje požadavky na kvalitu odtoku.

Předpokládané maximální teploty se na ČOV Dřevčice budou pohybovat na úrovni 22 °C. Přestože je při návrhu a výpočtech aeračních zařízení ČOV uvažována jako standardní návrhová teplota hodnota 20 °C, bude v daném případě uvažováno s reálně vyhodnocenou úrovní 22 °C.

3.4.3 Hlavní technologické parametry aktivačního procesu

Na základě vyhodnocených zatěžovacích parametrů a dat provozního sledování byly odvozeny a následně výpočtem ověřovány základní technologické parametry stávajícího aktivačního procesu. Kalkulované parametry jsou uvedeny v Tab. 7. Z technologických parametrů uvedených v Tab. 7 je patrné, že byl aktivační proces ve vyhodnocovaném období provozován na úrovni nízko zatížené aktivace s hodnotou stáří kalu cca 17 dní. V biologickém stupni je

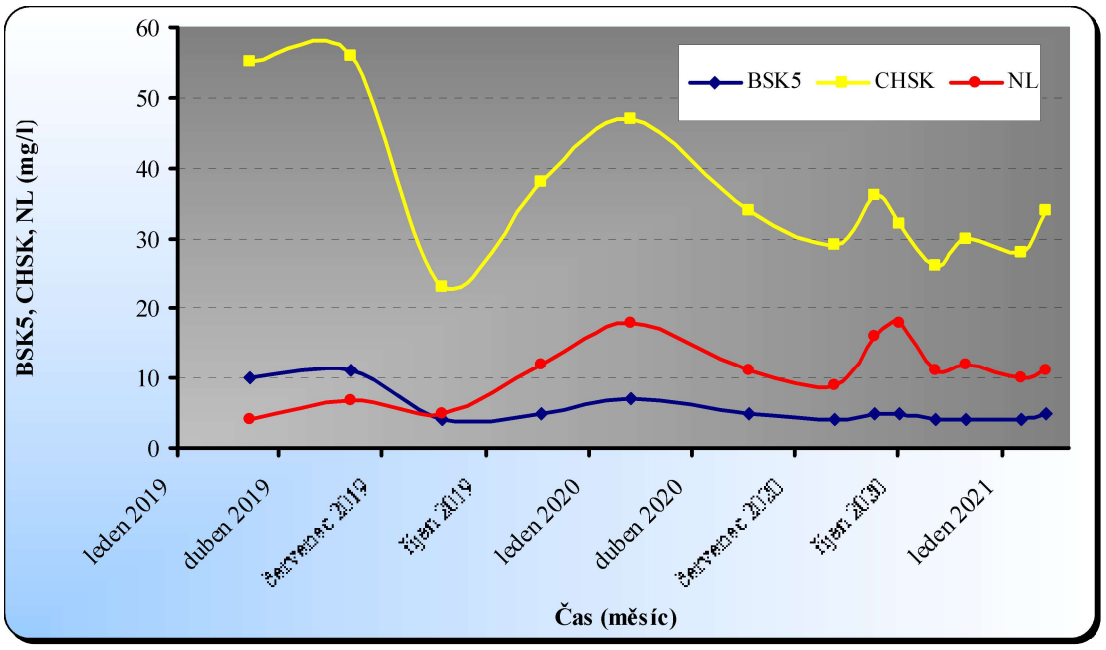
vlivem velmi špatných separačních vlastností kalu možno udržovat poměrně nízkou provozní koncentraci sušiny kalu odrážející se do nízké hodnoty jeho stáří.

Tab. 7: Hlavní technologické parametry aktivačního systému ČOV Dřevčice v období let 2019 až 2021.

Parametr	**jednotka**	**hodnota**
Zatížení ČOV a biologie dle BSK_5		1 079
Zatížení ČOV a biologie dle CHSK	EO	1 047
Zatížení ČOV a biologie dle BSK_5	$kg.d^{-1}$	64,7
Zatížení ČOV a biologie dle CHSK	$kg.d^{-1}$	125,6
Hydraulické zatížení – Q_{24}	$m^3.d^{-1}$	159,0
Počet aktivačních linek	ks	1
Objem aktivace	m^3	275
Koncentrace sušiny kalu v nitrifikaci	$kg.m^{-3}$	3,1
Průměrná hodnota kalového indexu	$ml.g^{-1}$	283
Recirkulace vratného kalu	% Q_{24}	181
	$m^3.d^{-1}$	288
Průměrná výpočtová teplota $T_{prům}$	°C	14,9
Hydraulická doba zdržení	h	41,5
Stáří kalu	d	17
Zásoba kalu v systému	kg	853
Produkce kalu při $T_{prům}$	$kg.d^{-1}$	50
Objemové zatížení CHSK	$kg.m^{-3}.d^{-1}$	0,457
Objemové zatížení BSK_5	$kg.m^{-3}.d^{-1}$	0,235
Zatížení kalu CHSK	$kg.kg^{-1}.d^{-1}$	0,147
Zatížení kalu BSK_5	$kg.kg^{-1}.d^{-1}$	0,076
Typ systému	zatížení	nízké

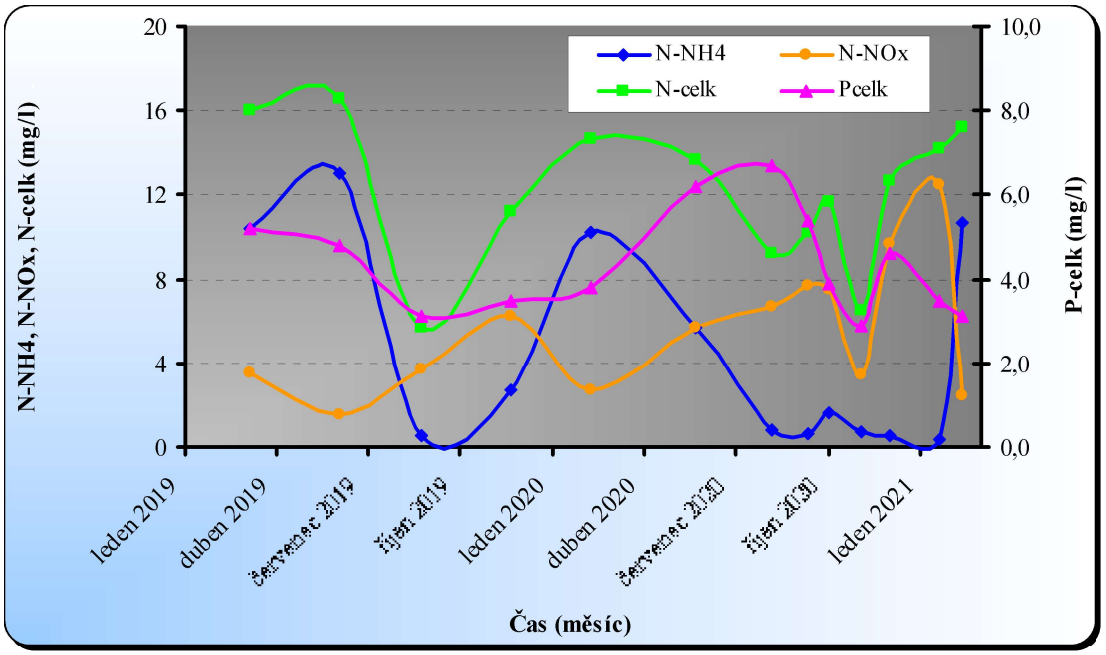
3.5 Složení finálního odtoku

Na Obr. 6 je znázorněn průběh koncentrací organických forem znečištění (CHSK, BSK_5, NL) ve finálním odtoku ČOV Dřevčice v letech 2019 až 2021. Za standardního bezdeštného provozu je u ukazatelů organického znečištění a nerozpuštěných látek dosahováno velmi uspokojivého složení finálního odtoku vyhovujícího požadavkům předepsaným platným povolením k nakládání s odpadními vodami. Ke značným provozním obtížím pak dochází při srážkových stavech rezultujících do průniku srážkové vody do kanalizace s následným hydraulickým přetížením separačního stupně biologického systému.



Obr. 6: Průběh koncentrací CHSK, BSK_5 a NL v odtoku z ČOV Dřevčice v letech 2019 až 2021.

Na Obr. 7 je znázorněn průběh koncentrací amoniakálního a celkového dusíku a celkového fosforu v odtoku z ČOV Dřevčice ve vyhodnocovaném období let 2019 až 2021. Z grafického znázornění na Obr. 7 je zřejmé, že systém vykazuje problematiku nestabilní nitrifikace, a to především v obdobích s minimálními teplotami odpadních vod.



Obr. 7: Průběh koncentrací vybraných forem sloučenin dusíku a celkového fosforu v odtoku z ČOV Dřevčice v letech 2019 až 2021.

V Tab. 8 jsou uvedena data statistického vyhodnocení souboru výsledků analytické kontroly složení vyčištěné odpadní vody v letech 2019 až 2021.

Tab. 8: Dosažené složení odtoku na ČOV Dřevčice v letech 2019 až 2021.

Ukazatel	jednotka	BSK_5	CHSK	NL	$N\text{-}NH_4$	N-celk	P-celk
Průměr	$mg.l^{-1}$	5,6	36,0	11,1	4,4	12,1	4,4
Medián	$mg.l^{-1}$	5,0	34,0	11,0	1,6	12,7	3,9
Maximum	$mg.l^{-1}$	11,0	56,0	18,0	13,0	16,6	6,7
Minimum	$mg.l^{-1}$	4,0	23,0	4,0	0,4	5,7	2,9
Počet	-	13	13	13	13	13	13

Na základě provedené analýzy provozních dat ČOV Dřevčice je možno konstatovat, že se intenzifikace stávající biologické linky musí zaměřit na dosažení stabilní funkce biologického stupně, a to jednak s ohledem na proces biologické nitrifikace a současně účinné separace aktivovaného kalu od vyčištěné vody i při srážkových stavech.

4 POŽADAVKY NA SLOŽENÍ FINÁLNÍHO ODTOKU

Nakládání s odpadními vodami je pro ČOV Dřevčice povoleno vodohospodářským rozhodnutím č. j. MÚBNLSB-OŽP-77904/2020-BUCJA ze dne 3. 8. 2020. Platnost rozhodnutí je omezena do 31. 8. 2025. Dle rozhodnutí je povoleno vypouštění odpadních vod v množství a složení uvedeném v Tab. 9 a Tab. 10.

Tab. 9: Limity platného vodohospodářského rozhodnutí.

Ukazatel	hodnota „p“ ($mg.l^{-1}$)	hodnota „m“ ($mg.l^{-1}$)	bilance ($t.rok^{-1}$)
BSK_5	30	60	0,95
CHSK	125	180	3,94
NL	35	70	1,10
$N\text{-}NH_4$	12 *)	20	0,72

***)** jedná se roční průměr

hodnota „p” v povolené míře překročitelná hodnota stanovená v typu vzorku A podle poznámky 3) k tabulce 1 přílohy 4 v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu. Četnost je stanovena 1 x měsíčně.

hodnota „m” nepřekročitelné koncentrace ukazatelů znečištění stanovené ve dvouhodinovém směsném vzorku získaném sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut.

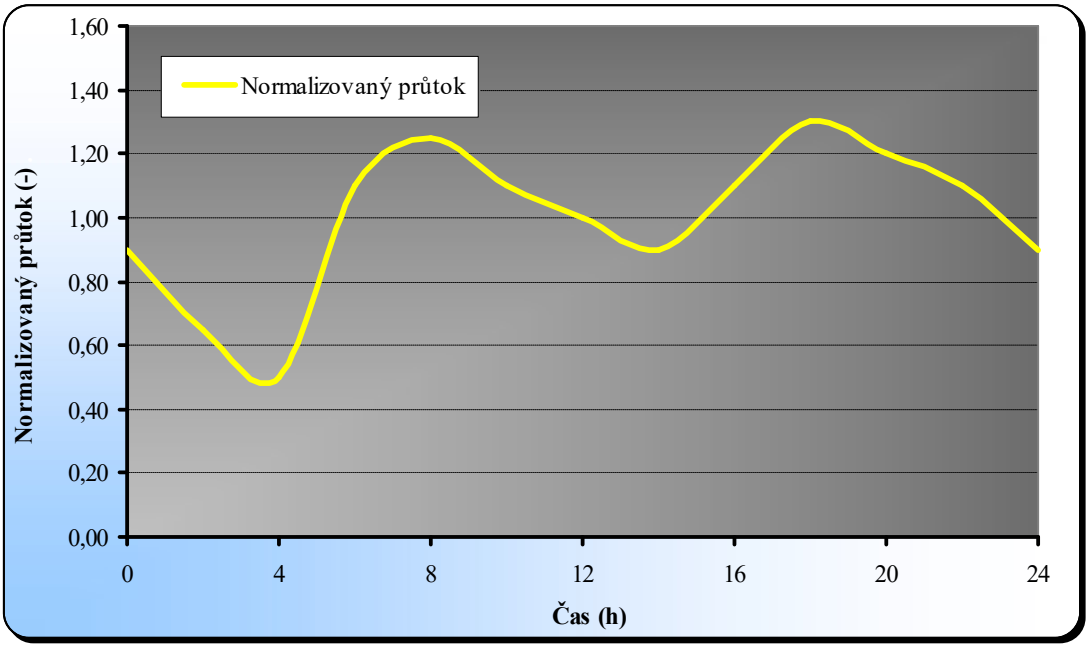
Tab. 10: Povolené množství vypouštěných odpadních vod.

Ukazatel	jednotka	hodnota
Průměr	$l.s^{-1}$	2,0
Maximum	$l.s^{-1}$	4,0
	$m^3.měs^{-1}$	5 000
	$m^3.rok^{-1}$	60 000

5 SOUVISEJÍCÍ PARAMETRY PRO TECHNOLOGICKÉ VÝPOČTY

5.1 Denní hydraulický profil nerovnoměrnosti zatížení ČOV

Z důvodu výpočtu dynamického chování systému během dne s ohledem na kvalitu odtoku a návrh oxygenační kapacity byl vytvořen profil normalizovaného hydraulického zatížení ČOV Dřevčice. Tento profil vychází z dat naměřených v aglomeracích obdobné velikostní kategorie a typu kanalizačního systému. Hydraulický profil denního zatížení pro výpočty je znázorněn na Obr. 8. Tento profil se při výpočtech maximálního zatížení obvykle aplikuje na průtok Q_d.



Obr. 8: Hydraulický profil denní nerovnoměrnosti průtoku.

5.2 Kalová voda

Důležitým proudem znečištění, ovlivňujícím zpětně biologický stupeň ČOV, bývá proud kalové vody z technologické linky anaerobní stabilizace v mezofilní nebo termofilní oblasti teplot. V případě ČOV Dřevčice je, při zohlednění velikostní kategorie ČOV, pro návrh úprav uvažováno s koncepcí aerobní stabilizace a následného odvodnění vyprodukovaného přebytečného biologického kalu. V takovém případě se bude produkovaná kalová voda svým složením blížit finálnímu odtoku z ČOV, přičemž lze tedy její vliv zanedbat.

6 VÝHLEDOVÉ ZATĚŽOVACÍ PARAMETRY

Na základě vyhodnocení hydraulických a látkových zatěžovacích parametrů ČOV Dřevčice v období let 2019 až 2021 byly, s přihlédnutím k předpokládaným rozvojovým potřebám obce, odvozeny výhledové hydraulické a látkové zatěžovací parametry. K odvození výhledového zatížení byly uvažovány následující předpoklady:

aktuální látkové zatížení (2019 – 2021) ČOV dle BSK_5	1 079 EO
rozvojové potřeby obcí	21 EO
výhledové látkové zatížení ČOV dle ukazatele BSK_5	1 100 EO
aktuální hydraulické zatížení ČOV	159 $m^3.d^{-1}$
uvažovaná specifická potřeba pitné vody	147 $l.EO^{-1}.d^{-1}$
výhledové hydraulické zatížení	162,0 $m^3.d^{-1}$

Pro účely odvození výhledových hydraulických zatěžovacích parametrů bylo použito vyhodnocené úrovně specifické potřeby vody na jednoho ekvivalentního obyvatele 147 $l.d^{-1}$. Při odvození výhledových látkových zatěžovacích parametrů bylo, pro předpokládaný přírůstek znečištění, použito specifických produkcí znečištění dle ČSN 75 6401 modifikovaných v ukazatelích N-celk a P-celk dle výsledků vyhodnocení ČOV z let 2019 až 2021. V Tab. 11 a Tab. 12 jsou detailně uvedeny hydraulické a látkové zatěžovací parametry pro návrh uspořádání a výpočty rekonstrukce a intenzifikace ČOV Dřevčice.

Tab. 11: Návrhové hydraulické zatěžovací parametry pro rekonstrukci a intenzifikaci ČOV Dřevčice.

Průtok		**$m^3.d^{-1}$**	**$m^3.h^{-1}$**	**$l.s^{-1}$**
Q_{24}		162,0	6,8	1,9
k_d	1,4			
Q_d		226,8	9,5	2,6
k_h	2,2			
Q_{max}		-	20,8	5,8
$Q_{srážkové}$ na ČOV *)		-	90,0	25,0
$Q_{srážkové}$ do biologie *)			36,0	10,0

*) přestože je stokový systém obce Dřevčice koncipovaný jako striktně oddílný, je pro návrh stupně hrubého předčištění a výpočty dosazovacích nádrží biologického stupně zohledněna reálná zkušenost s průnikem srážkových vod do kanalizace.

Tab. 12: Návrhové látkové zatěžovací parametry pro rekonstrukci a intenzifikaci ČOV Dřevčice.

Ukazatel		**$g.(EO.d)^{-1}$**	**$kg.d^{-1}$**	**$mg.l^{-1}$**
počet EO dle BSK_5	1 100			
BSK_5		60,0	66,0	407,4
$CHSK_{Cr}$		120,0	132,0	814,8
NL		59,0	64,9	400,6
$N\text{-}NH_4$		67,9 % N-celk	9,7	59,9
N-celk		13,0	14,3	88,3
P-celk		2,0	2,2	13,6

7 KONCEPCE INTENZIFIKACE A ÚPRAVY ČOV

Koncepce intenzifikace ČOV Dřevčice se pro výhledové zatěžovací parametry musí zaměřit na zvýšení stability biologického stupně s ohledem na zajištění procesu biologické

nitrifikace, zvýšení účinnosti separace aktivovaného kalu od vyčištěné vody i při srážkových stavech a dosažení účinnějšího stupně zpracování vyprodukovaného přebytečného aktivovaného kalu.

S ohledem na nutnost minimalizace investičních nákladů a potřebu maximálního možného využití dostupných objemů systému se jako nejvhodnější jeví realizace následujících opatření:

- zařazení vypínací (odlehčovací) komory na přítoku do ČOV (před stupněm hrubého předčištění) včetně napojení na stávající a zkapacitněné obtokové potrubí biologického stupně. Odlehčení a obtok biologického stupně budou realizovány minimálně v profilu DN 300 případně větším tak, aby nedocházelo k vyplavování areálu ČOV při přívalových srážkových stavech.
- Instalace moderního způsobu záchytu a zpracování shrabků a písku z přiváděných odpadních vod způsobem odpovídajícím současnému standardu u daného technologického stupně. Navržena je instalace nového integrovaného hrubého předčištění v nerezovém provedení se separací a vynášením shrabků a písku do společného kontejneru, nebo žlabu automatických samočistících česlí s lisem shrabků a vertikální lapák písku doplněný separátorem písku. Stávající žlab hrubého předčištění zůstane zachován jako havarijní. Nový stupeň hrubého předčištění bude dimenzován na průtok cca 25 $l.s^{-1}$.
- Automatické odlehčení mechanicky předčištěných přívalových srážkových vod nad úroveň maximálního hydraulického zatížení biologického stupně ČOV. Současné ručně ovládané šoupě na obtoku biologického stupně bude nahrazeno šoupětem s elektropohonem ovládaným na základě aktuální hodnoty průtoku biologickým stupněm. Přítok na biologický stupeň nepřekročí hodnotu 10 $l.s^{-1}$. Při dosažení této úrovně bude automaticky otevíráno šoupě na obtoku biologického stupně.
- Transformaci stávajícího směšovacího, plně aerobního aktivačního procesu na proces zajišťující biologickou nitrifikaci a denitrifikaci. Realizován bude aktivační D-N proces v členění jedna denitrifikační sekce a dvě navazující, paralelně protékané nitrifikační sekce a to výstavbou dvou nosných příček. Mechanicky předčištěná odpadní voda bude spolu s vratným kalem zaústěna do jedné denitrifikační sekce vybavené ponorným míchadlem. Z denitrifikační sekce bude aktivační směs rozdělována do dvojice následných paralelně protékaných nitrifikačních sekcí vybavených jemnobublinným aeračním systémem a sondami pro měření aktuální koncentrace rozpuštěného kyslíku. Rozdělovací objekt umožní odstavení jedné či druhé nitrifikační sekce z provozu.
- Součástí stavebních úprav aktivační nádrže bude její celková sanace, a to především s ohledem na viditelné statické poškození (prasklina).
- Z konce každé nitrifikační sekce bude směs aktivované kalu a vyčištěné odpadní vody odváděna do příslušné nové dosazovací nádrže, přičemž potrubní propojení umožní provoz dvou dosazovacích nádrží a jedné nitrifikace či dvojice nitrifikací a jedné dosazovací nádrže.
- Aktivovaný kal bude od vyčištěné odpadní vody separován ve dvojici nových, vertikálně protékaných dosazovacích nádrží vybavených strojně-technologickým zařízením v nerezovém provedení a čerpadly vratného kalu o výkonu 5 $l.s^{-1}$ včetně spouštěcího zařízení. Jedno čerpadlo stejného typu bude umístěno v provozním objektu.
- Vyčištěná odpadní voda bude z hladiny dosazovacích nádrží vedena přes nový měrný objekt do recipientu.

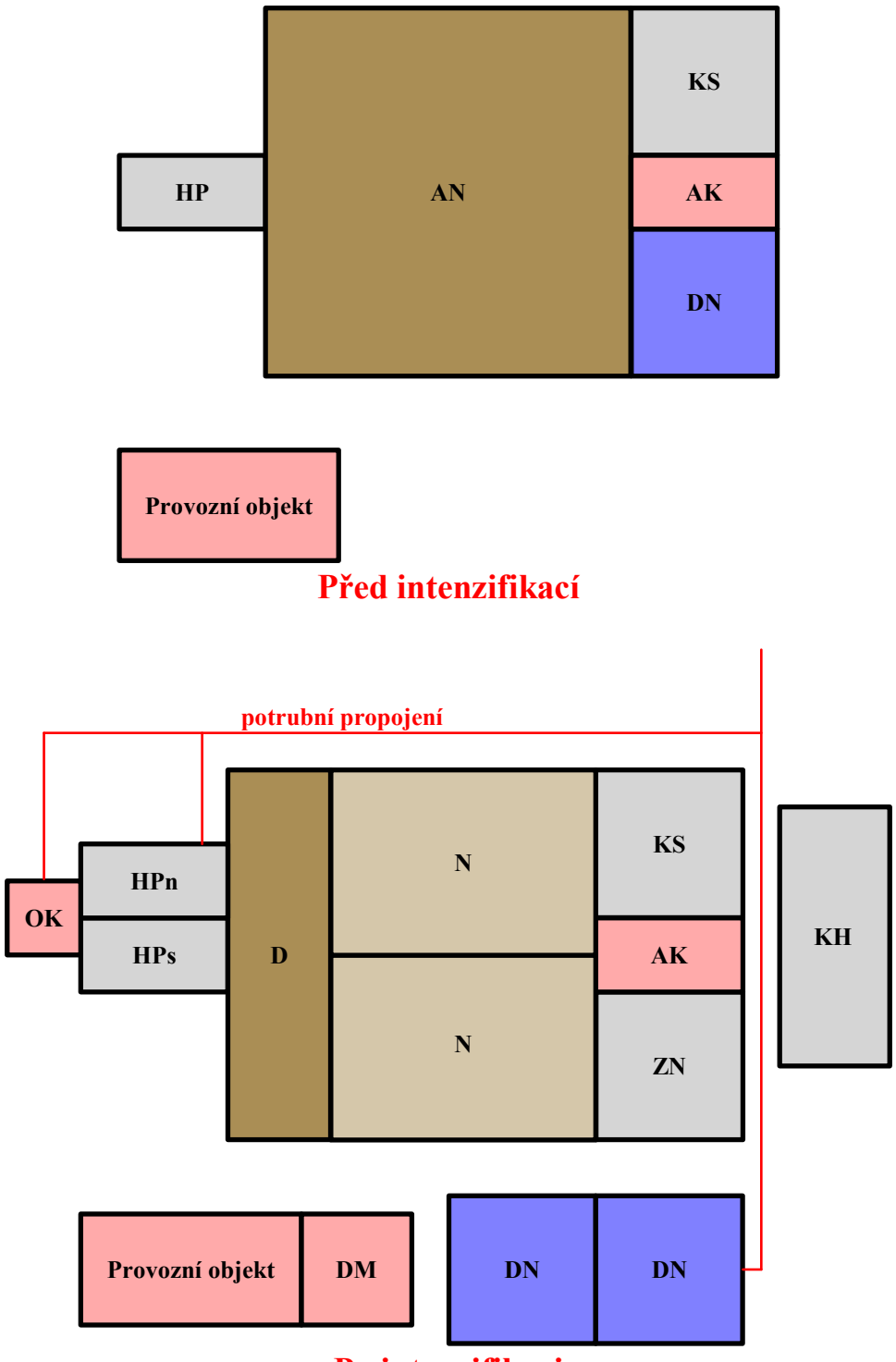
- Pro účely dodávky vzduchu bude ve venkovním nebo vnitřním provedení instalována trojice nových dmychadel pro aktivační proces o požadované kapacitě. Dmychadla budou realizována v sestavě 2 + 1 ks s automatickou záměnou provozu v závislosti na časovém režimu a poruchovém stavu. Systém řízení chodu dmychadel umožní minimalizaci nákladů na spotřebu elektrické energie. Instalováno bude dále jedno nové dmychadlo pro nádrž aerobní stabilizace kalu.
- Přebytečný aktivovaný kal bude odváděn z proudu vratného kalu do stávající dosazovací nádrže, která bude sloužit jako nádrž gravitačního zahuštění. Zahuštěný přebytečný kal bude ze dna nádrže přečerpáván do stávající kalové nádrže, která bude vybavena středobublinným aeračním systémem a provozována za účelem aerobní stabilizace zahuštěného kalu. Aerobně stabilizovaný kal bude následně odvodňován na nově instalovaném kompletním odvodňovacím zařízení s minimalizací energetických nároků a minimalizací potřeby ostřikové vody. Technologie odvodnění přebytečného kalu bude realizována v novém tepelně izolovaném objektu (kontejneru).
- Nově budou realizována nezbytná potrubní propojení (dodávka vzduchu, převedení odpadních vod a aktivační směsi, vybavení armaturní nádrže přečerpávání přebytečného kalu do kalové nádrže).
- Kompletně nově bude realizována stavební a technologická elektroinstalace a systém měření a regulace včetně automatického řízení a záměny chodu zdrojů vzduchu pro ČOV. Pro tyto účely bude v nezbytné míře rekonstruován i provozní objekt.

Po provedení navržených úprav bude aktivační proces disponovat technickými parametry uvedenými v Tab. 13.

Tab. 13: Technické parametry aktivačních nádrží ČOV Dřevčice po navržené intenzifikaci.

Parametr	**jednotka**	**hodnota**
denitrifikace	ks	1
délka × šířka	m × m	10 × 2,9
hloubka vody	m	2,85
objem	m^3	82,6
nitrifikace	ks	2
délka × šířka	m × m	6,7 × 4,8
hloubka vody	m	2,85
objem	m^3	183,3

Na Obr. 9 je schematicky znázorněno uspořádání ČOV Dřevčice před a po navržené rekonstrukci a intenzifikaci.



Obr. 9: Schematické znázornění biologického stupně ČOV Dřevčice před a po navržené rekonstrukci a intenzifikaci.

Legenda: OK – vypínací (odlehčovací) komora, HPn, HPs – hrubé předčištění nové a staré, D – denitrifikační stupeň aktivace, N – nitrifikační stupeň aktivace, DN – dosazovací nádrž, DM - dmychárna AK – armaturní komora, KS – kalové silo, ZN – zahušťovací nádrž, KH - odvodnění kalu (kalové hospodářství), potrubní propojení nové a zkapacitněné.

8 STUPEŇ HRUBÉHO PŘEDČIŠTĚNÍ

8.1 Vypínací objekt

Před vlastní technologickou linkou ČOV bude vybudován vypínací (odlehčovací) objekt, který zajistí ochranu celé ČOV před přívalovými srážkovými vodami. Objekt zajistí maximální přítok 25 $l.s^{-1}$ odpadních vod do ČOV. Přívalové srážkové vody na tuto hodnotu průtoku budou vedeny nově vybudovanou kanalizací do spojné šachty za před vyústěním vyčištěných odpadních vod do recipientu.

Součástí úprav bude posouzení, eventuálně výměna a zkapacitnění části kanalizace mezi odtokem z ČOV a vypínací komorou za hrubým předčištěním (min. dimenze potrubí DN 300 v návaznosti na kapacitu přívodní stoky).

8.2 Hrubé předčištění

Vedle žlabu stávajících ručně čištěných česlí a horizontálního lapáku písku bude instalováno nové hrubé předčištění pro záchyt a zpracování shrabků a písku z přiváděných odpadních vod způsobem odpovídajícím současnému standardu u daného technologického stupně. Navržena je instalace integrovaného hrubého předčištění v nerezovém provedení se separací a vynášením shrabků a písku šnekovými dopravníky do společného kontejneru, nebo betonového žlabu automatických samočistících česlí s lisem shrabků a vertikálního lapáku písku doplněného separátorem písku a dopravou obou materiálů do společného kontejneru. Stávající žlab hrubého předčištění zůstane zachován jako havarijní.

Velmi jemné automaticky čištěné česle budou disponovat šíří průlin 3 mm a budou provedeny z nerezové oceli v kombinaci s plasty. V případě integrované hrubé předčištění bude nádoba provedena z nerezové oceli. V případě vertikálního lapáku písku bude tento doplněn separátor písku v nerezovém provedení. Obě varianty hrubého předčištění zajistí automatické vynášení zachycených materiálů do společné nádoby (kontejner). Nový stupeň hrubého předčištění bude dimenzován na průtok cca 25 $l.s^{-1}$a bude realizován do venkovního prostředí.

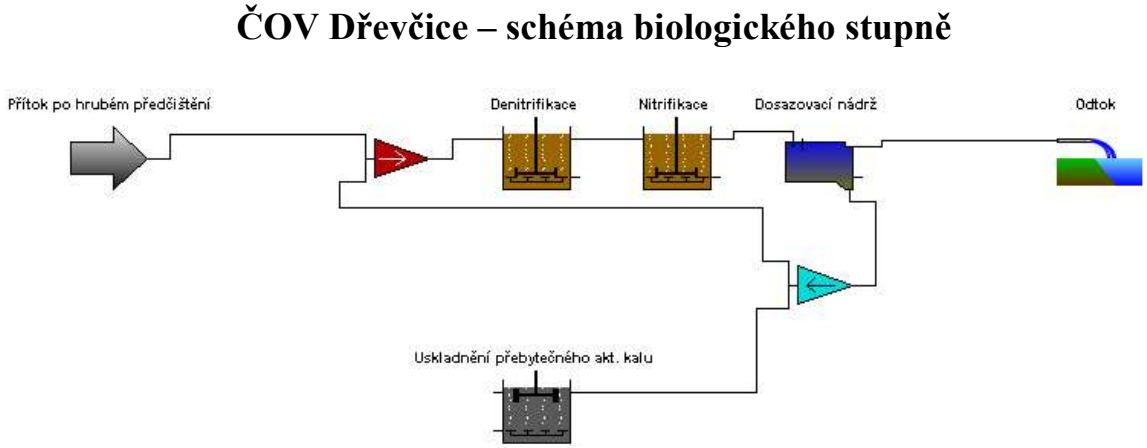
9 TECHNOLOGICKÉ VÝPOČTY AKTIVAČNÍHO PROCESU

9.1 Postup výpočtu

Chování a funkce biologického stupně ČOV je ověřována metodou matematické simulace aktivačního procesu, jež slouží jednak k ověření kapacity realizovaného či navrhovaného systému a jednak k případnému dořešení objemového návrhu nádrží spolu s dalšími technologickými prvky systému (velikosti recirkulací, výpočet oxygenační kapacity apod.). Matematická simulace aktivačního procesu umožňuje výpočty systému při reálném dynamickém chování.

9.2 Použitý software

Základní podmínkou jakýchkoliv technologických výpočtů, týkajících se biologického systému ČOV Dřevčice, je přesný popis hydraulické soustavy. Za účelem provedení exaktních propočtů stávajícího a intenzifikovaného systému ČOV bylo připraveno speciální technologické schéma počítačového software GPS-X, umožňujícího realizaci detailních výpočtů aktivačního systému v různých provozních variantách. Použité schéma je pro ilustraci znázorněno na Obr. 10.
Použitý software umožňuje exaktní simulaci technologické linky ČOV Dřevčice, zadání požadovaných vstupních parametrů kvality a kvantity odpadních vod ve všech proudech (tj. přítok, kalová voda), přesné zadání rozměrů jednotlivých technologických stupňů, tj. typ aerace, hloubky a plochy nádrží (včetně dosazovacích). Pomocí software lze namodelovat funkci systému jak ve stacionárním, tak dynamickém stavu s přesným zadáním fluktuace hydraulického zatížení, zatížení organickými a dusíkatými látkami během dne i roku, včetně teplotních profilů.



Obr. 10: Technologické schéma ČOV Dřevčice SW GPS-X.

Základem výpočtu aktivačního systému je biokinetický model konverze organického a dusíkatého znečištění. Výpočty byly provedeny s modelem MANTIS, který je určen k modelování procesů biologického odstraňování dusíku. Frakcionace vstupní odpadní vody je v základě založena na modelu ASM No. 2 s využitím pro model MANTIS. Výchozími komponenty jsou CHSK, TKN a NL, přičemž pro výpočet biologické části ČOV jsou prioritní vstupy znečištění do aktivace.

9.3 Výpočty aktivačního procesu

9.3.1 Stabilita nitrifikace

S ohledem na zadání a z hlediska správnosti postupu při výpočtech kapacity definovaného systému bylo postupováno specifickým způsobem. Kritickým ukazatelem odtoku je N-NH_4. Systém musí i při minimální teplotě disponovat alespoň částečnou nitrifikační kapacitou. Aby bylo tohoto požadavku dosaženo, musí být pro definované objemové členění zaručeno ustavení kritické hodnoty stáří kalu.

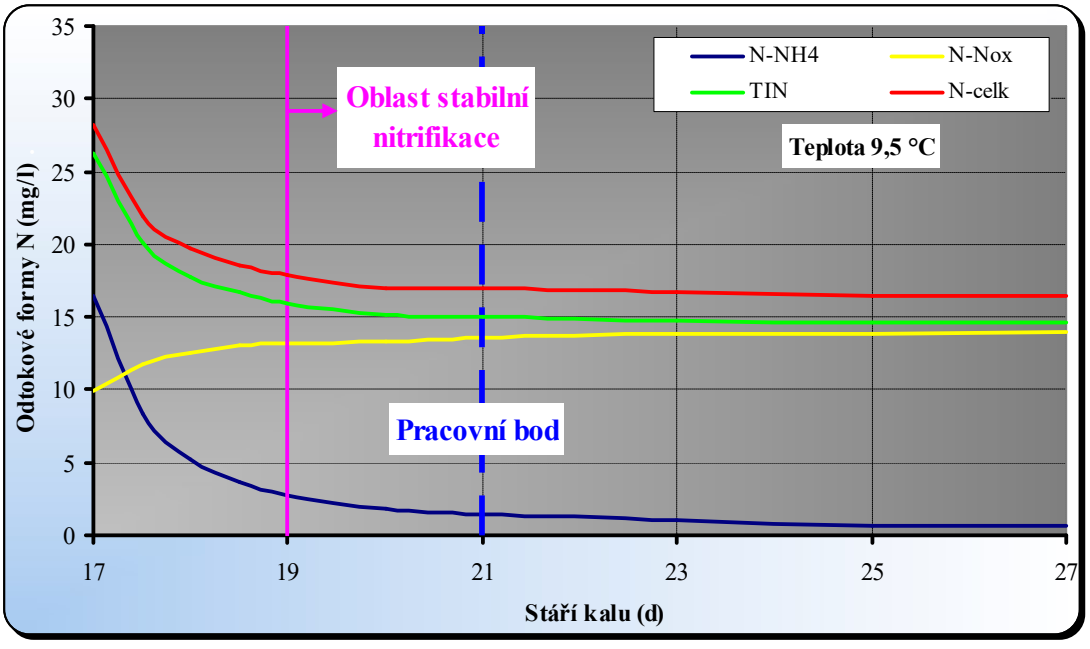
Výpočty chování navrženého uspořádání biologického stupně a optimalizace technologických parametrů jsou prováděny pro systém v ustáleném stavu, tj. nikoliv pro systém při reálném chování, kde dochází k fluktuaci hydraulického a látkového zatížení ČOV.

Nitrifikační kapacita systému je při výpočtech ovlivněna především velikostí použité maximální specifické růstové rychlosti nitrifikačních bakterií $\mu_{A,\ max}$ (resp. hodnotou její čisté růstové rychlosti ($\mu_{A,\ max}$ - b_A). Pro výpočty byla použita hodnota $\mu_{A,\ max}$ = 0,6 d^{-1}, která odpovídá empirickému vztahu pro stanovení potřebného stáří kalu pro nitrifikaci uvedeného v ČSN 75 6401. V této hodnotě je zahrnut bezpečnostní koeficient s ohledem na skutečnost, že výpočet stacionárního stavu není ekvivalentní výpočtu reálného stavu dynamického.

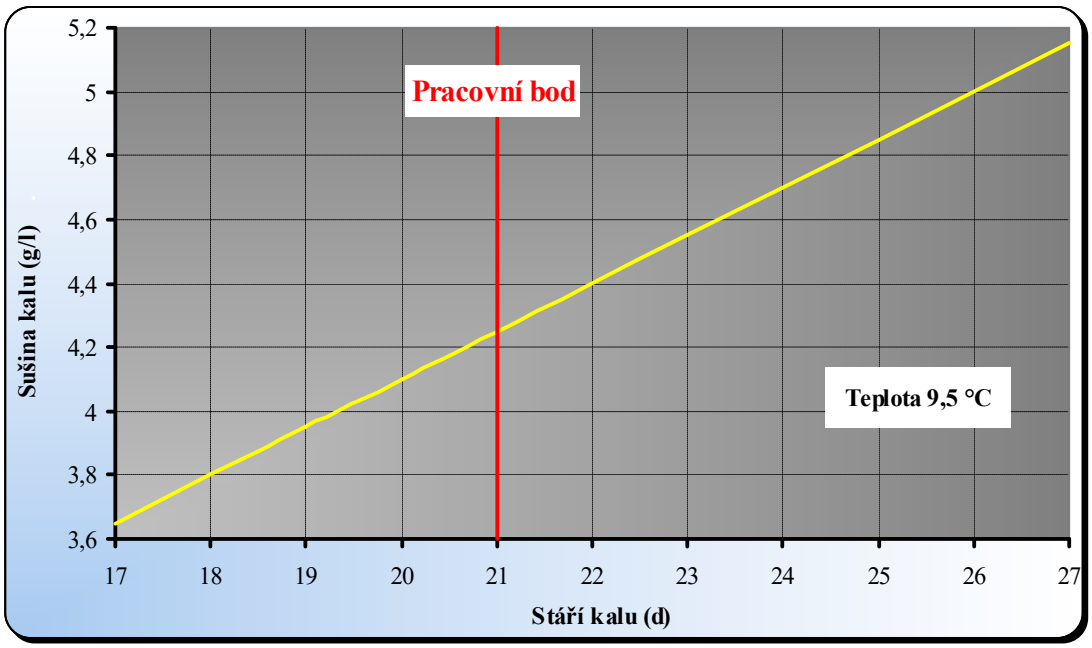
Odpadní vody zbavené hrubých nečistot budou společně s vratným kalem přiváděny do denitrifikační sekce. Z denitrifikační sekce bude aktivační směs rozdělovaná ve shodném poměru na dvojici paralelně protékaných nitrifikačních sekcí. Z nitrifikačních sekcí bude aktivační směs odváděna do příslušné čtvercové, vertikálně protékané dosazovací nádrže.

Aktivační linka je pro účely výpočtu rozdělena na dvě sekce, z nichž sekce 1 je anoxická a sekce 2 oxická s koncentrací rozpuštěného kyslíku na úrovni 2,0 mg.l^{-1}. Nátok odpadní vody je společně s vratným kalem zaveden do sekce 1. Odtok do separačního stupně je realizován ze sekce 2. Výpočty jsou realizovány pro navržené objemové členění aktivačního procesu dle Tab. 13. Při výpočtech je uvažováno s provozní koncentrací sušiny kalu na úrovni 4,25 kg.m^{-3}. Maximální provozní koncentrace sušiny kalu je v systému dosažena při minimální provozní teplotě 9,5 °C.

Při návrhu či verifikaci navrženého aktivačního systému je vždy potřeba určit kritické stáří kalu pro minimální výpočtovou teplotu (9,5 °C, viz odstavec 3.4.2). Obr. 11 znázorňuje závislost dusíkatých forem znečištění v odtoku ze systému na stáří kalu. Na Obr. 12 je znázorněna vypočtená koncentrace kalu v závislosti na použité hodnotě stáří kalu.



Obr. 11: Výpočet nitrifikační kapacity biologického D-N systému ČOV Dřevčice po intenzifikaci.



Obr. 12: Výpočet závislosti koncentrace sušiny kalu na stáří kalu pro ČOV Dřevčice po intenzifikaci.

Z Obr. 11 a Obr. 12 je zřejmé, že systém vykazuje při minimální teplotě 9,5 °C stabilitu procesu nitrifikace při stáří kalu cca 19 dní. Při této hodnotě stáří kalu je v aktivačním procesu dosaženo koncentrace sušiny na úrovni 3,9 $g.l^{-1}$, přičemž se odtoková koncentrace amoniakálního dusíku pohybuje na úrovni 3,0 $mg.l^{-1}$.

Maximální přípustné koncentrace aktivovaného kalu na úrovni 4,25 $kg.m^{-3}$ je v systému dosaženo při stáří kalu cca 21 dní. Při této hodnotě sušiny kalu se odtokové koncentrace $N\text{-}NH_4$ pohybují na úrovni 1,5 $mg.l^{-1}$, což lze považovat za uspokojivý výsledek. V reálném dynamickém stavu bude dosaženo hodnot ukazatelů $N\text{-}NH_4$ a N-celk mírně vyšších.

V Tab. 14 jsou uvedeny hlavní technologické parametry aktivačního D-N systému ČOV Dřevčice po intenzifikaci.

Tab. 14: Hlavní technologické parametry aktivačního systému ČOV Dřevčice po intenzifikaci.

Parametr	**jednotka**	**hodnota**
Zatížení ČOV a aktivace v EO dle BSK_5	EO	1 100
Zatížení aktivace BSK_5	$kg.d^{-1}$	66,0
Zatížení aktivace CHSK	$kg.d^{-1}$	132,0
Hydraulické zatížení	$m^3.d^{-1}$	162
Počet linek biologického systému	ks	2
Celkový objem aktivačních nádrží	m^3	265,9
z toho objem denitrifikační sekce - D	m^3	82,6
z toho objem nitrifikačních sekcí - N	m^3	183,3
Hloubka vody v aktivačním procesu	m	2,85
Minimální výpočtová teplota	°C	9,5
Koncentrace biomasy v aktivaci při T_{min} = 9,5°C	$kg.m^{-3}$	4,25

Průtok vratného kalu	$l.s^{-1}$	6,0
Recirkulační poměr vratného kalu	% Q_{24}	320
Hydraulická doba zdržení	h	39,4
Stáří kalu	d	21
Zásoba kalu v systému	kg	1 130
Produkce kalu	$kg.d^{-1}$	53,8
Objemové zatížení BSK_5	$kg.m^{-3}.d^{-1}$	0,248
Objemové zatížení CHSK	$kg.m^{-3}.d^{-1}$	0,496
Zatížení kalu BSK_5	$kg.kg^{-1}.d^{-1}$	0,058
Zatížení kalu CHSK	$kg.kg^{-1}.d^{-1}$	0,117
Typ systému	zatížení	nízké

Denitrifikační stupeň aktivačního procesu bude osazen rychloběžným ponorným míchadlem, jehož motor bude splňovat energetické nároky IE3. K vyzvednutí míchadla z nádrže bude instalováno zdvihací zařízení (vrátek). Shodné míchadlo bude umístěno v provozní budově jako suchá rezerva.

Nitrifikační sekce aktivačního procesu budou osazeny jemnobublinným aeračním systémem v naváděné verzi vyjmutelné za provozu. Princip vyjímání aeračních elementů bude založen na použití vztlakové síly a vyplavání po uvolnění naváděcího lana.

Každá nitrifikační sekce bude osazena sondou pro měření koncentrace rozpuštěného kyslíku na principu optického měření.

9.3.2 Aerační systém a dmychárna

Návrh potřeby kyslíku a vzduchu musí být proveden takovým způsobem, aby systém nebyl v kyslíkovém deficitu při maximálním zatížení ČOV. Toto maximální zatížení lze brát při aplikaci dynamického denního profilu zatížení na maximální denní zatížení systému dané koeficientem k_d. Potřeba kyslíku a vzduchu byla počítána prostřednictvím matematického modelu z hodnot OUR pro maximální provozní teplotu 22 °C. Pro výpočet OCst a množství vzduchu byly uvažovány následující hodnoty:

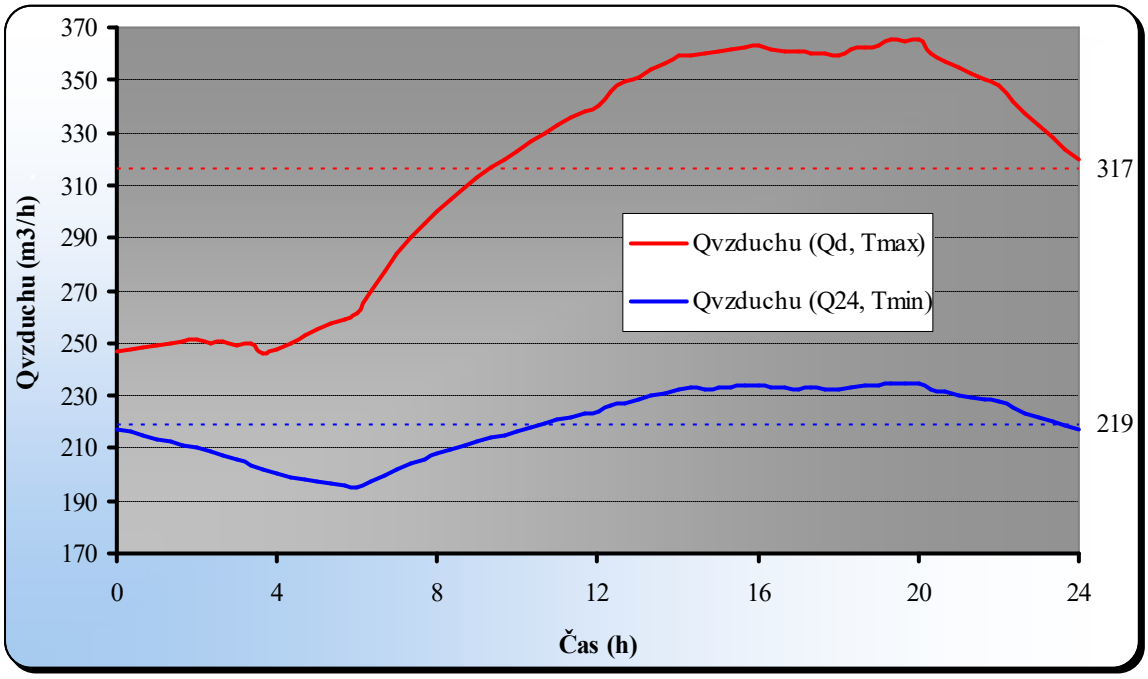
koeficient denní nerovnoměrnosti k_d	1,4
teplota	9,5 °C, 22 °C
hloubka ponoru aeračních elementů	2,6 m
koeficient alfa	0,70
koeficient beta	0,95
specifické využití kyslíku ze vzduchu	$5,0\ \%.m^{-1}$
nadmořská výška	211m n. m.

Za účelem určení orientační hodnoty čisté potřeby kyslíku v ustáleném stavu byly vypočteny hodnoty OCp, OCst a $Q_{vzduchu}$ v aerovaných reaktorech aktivačního procesu. Situace je pro minimální teplotu 9,5 °C a hodnotu k_d = 1,4 (Q_{24}) a maximální výpočtovou teplotu 22 °C a hodnotu k_d = 1,4 uvedena v Tab. 15. Graficky je potřeba vzduchu znázorněna na Obr. 13.

Tab. 15: Návrh potřeby vzduchu pro kapacitu ČOV Dřevčice na úrovni 1 100 EO.

	Q_{24}, T= 9,5 °C	Q_d, T = 22 °C
OCst	**$kg.d^{-1}$**	**$kg.d^{-1}$**
průměr	192	277
maximum	205	**319**
minimum	**171**	215
Qvz	**$m^3.h^{-1}$**	**$m^3.h^{-1}$**
průměr	219	317
maximum	235	**365**
minimum	**195**	246

Dimenzování aeračního zařízení je pro teplotu 22 °C a při zatížení 1 100 EO nutno provést na maximální hodnotu $Q_{vzduchu}$ dle Tab. 15, tj. 365 $m^3.h^{-1}$. Minimální množství vzduchu je při 9,5 °C a při zatížení 1 100 EO kalkulováno v Tab. 15 na úrovni 195 $m^3.h^{-1}$. Nezbytné je dodržet minimální intenzitu aerace na úrovni cca 0,4 až 0,45 $m^3.m^{-3}.h^{-1}$, zajišťující udržení aktivační směsi ve vznosu.



Obr. 13: Průběh potřeby vzduchu pro teplotu 9,5 °C a přítok Q_{24} a pro teplotu 22 °C a přítok Q_d.

Dodávku vzduchu zajistí nová dmychadla v sestavě 2 + 1 ks o maximálním výkonu jednoho stroje cca 183 $m^3.h^{-1}$ vzduchu. Dmychadla budou instalována takovým způsobem, aby bylo sníženo stávající hlukové zatížení okolí. Provoz dmychadel bude řízen frekvenčním měničem na základě aktuální hodnoty koncentrace rozpuštěného kyslíku měřené separátně v každé nitrifikační sekci. Řízení dmychadel bude umožňovat automatické záměny provozu v závislosti na časovém režimu a poruchovém stavu, přičemž systém řízení umožní minimalizaci nákladů na spotřebu elektrické energie. Záložní dmychadlo bude sloužit k automatické aeraci kalového sila. Trubní propojení a osazení elektro armatur bude umožňovat využití jakéhokoliv z trojice dmychadel k aeraci aktivačních nádrží a kalové nádrže.

10 VÝPOČTY SEPARAČNÍHO STUPNĚ

K separaci aktivovaného kalu od vyčištěné odpadní vody bude realizována dvojice nových, vertikálně protékaných dosazovacích nádrží o délce strany 4,2 m a hloubce vody 4,8 m. Dosazovací nádrže budou mít tyto základní parametry:

Dosazovací nádrž	2 ks
délka strany nádrže	4,2 m
celková hloubka vody v nádrži	4,8 m
celková účinná plocha	35,3 m^2
celkový usazovací objem	cca 76 m^3

Dosazovací nádrže budou vybaveny nerezovým strojně-technologickým zařízením včetně odtahu plovoucích nečistot. V Tab. 16 jsou uvedeny základní technické parametry dosazovacích nádrží.

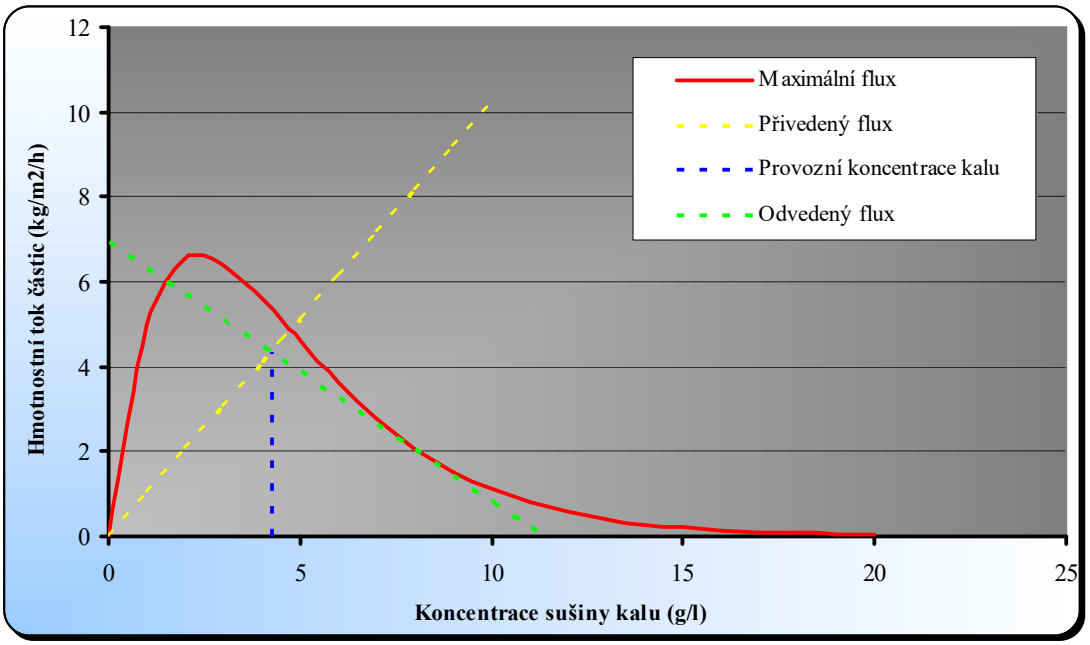
Tab. 16: Základní technické parametry dosazovacích nádrží.

Parametr	**symbol**	**jednotka**	**hodnota**
průměrný denní přítok	Q_{24}	$m^3.d^{-1}$	162,0
maximální přítok do aktivace	Q_{max} do aktivace	$m^3.h^{-1}$	36,0
recirkulační poměr	RAS	% Q_{24}	320
výpočtový ředěný kalový index	KI	$ml.g^{-1}$	125
koncentrace biomasy v systému		$kg.m^{-3}$	4,25
potřebná plocha separačního stupně	Adn	m^2	35,3
potřebná hloubka dosazovací nádrže			
zóna čisté vody	h1	m	0,45
separační zóna	h2	m	1,74
akumulační zóna	h3	m	0,78
zahušťovací zóna	h4	m	1,83
celková hloubka dosazovací nádrže	h	m	4,80

Pro maximální provozní hodnotu koncentrace sušiny kalu v aktivačním procesu na úrovni 4,25 $kg.m^{-3}$ byla ověřována kapacita dvojice vertikálně protékaných dosazovacích nádrží při použití teorie hmotnostního toku částic – fluxu. Pro výpočty je uvažováno s následujícími hodnotami hlavních parametrů:

Q_{24} – výhledové hydraulické zatížení	$m^3.d^{-1}$	162
Q_{max}	$m^3.h^{-1}$	36,0
Zvolený recirkulační poměr vratného kalu	% Q_{24}	320
	$l.s^{-1}$	6,0
Ředěný kalový index	$ml.g^{-1}$	125
Sušina kalu v aktivačním procesu	$kg.m^{-3}$	4,25
Plocha dosazovacích nádrží	m^2	35,3

Graficky je výstup výpočtů znázorněn na Obr. 14. Separační stupeň je považován za kapacitní v případě, kdy je průsečík vzestupné a sestupné přímky pod čarou maximálního fluxu a sestupná přímka ve směru vpravo od průsečíku pod čarou maximálního fluxu. Z grafického výstupu na Obr. 14 je zřejmé, že pro hydraulické zatěžovací parametry a maximální provozní koncentraci sušiny kalu v aktivačním procesu na úrovni 4,25 kg.m^{-3} je dvojice stávajících, vertikálně protékaných dosazovacích nádrží dostatečně kapacitní.



Obr. 14: Posouzení separačního stupně dle teorie hmotnostního toku částic.

11 ODVOD A ZPRACOVÁNÍ PŘEBYTEČNÉHO KALU

Ze dna každé dosazovací nádrže bude novým čerpadlem v sestavě 1 + 0 ks s jednotkovým výkonem 7,0 l.s^{-1} odebírán odsazený aktivovaný kal a recirkulován zpět do první denitrifikační zóny aktivačního procesu. Funkce čerpadel bude časově regulovatelná v závislosti na nastavení řídícího členu ČOV. K vyzdvihávání každého z čerpadel bude instalováno separátní zdvihací zařízení (vrátek). Čerpadla budou splňovat energetické nároky IE3. Jedno čerpadlo stejného výkonu bude jako rezervní umístěno v provozní budově. Z potrubí vratného kalu bude přetržitě odbočkou odváděn přebytečný aktivovaný kal do zahušťovací nádrže vzniklé ze stávající dosazovací nádrže. K dopravě přebytečného kalu bude používáno čerpadel vratného kalu.

Přebytečný aktivovaný kal odebíraný z dosazovacích nádrží bude obsahovat cca 0,7 % sušiny. Koncepce zpracování přebytečného aktivovaného kalu bude založena na jeho gravitačním zahuštění a následném uskladnění a aerobní stabilizaci ve stávající kalové nádrži. Po gravitačním zahuštění bude kal obsahovat cca 2,0 % sušiny. K automatické aeraci kalové nádrže bude využíváno záložní dmychadlo aktivačního procesu. Trubní propojení a osazení elektro armatur bude umožňovat využití jakéhokoliv dmychadla k aeraci kalové nádrže.

Zahuštěný a aerobně stabilizovaný kal bude odvodňován na nově instalovaném odvodňovacím zařízení doplněném o kompletní strojně-technologické zařízení pro rozpouštění a dávkování organického flokulantu. Odvodňovací zařízení bude založeno na principu pomalu běžného šneku s filtrační vložkou. Odvodněný kal bude odvážen k další řízené likvidaci. V Tab. 17 jsou uvedeny hlavní technické a technologické parametry kalového hospodářství ČOV Dřevčice pro výhledové zatěžovací parametry.

Tab. 17: Hlavní technické a technologické parametry kalového hospodářství ČOV Dřevčice pro výhledové zatěžovací parametry.

Parametr	**jednotka**	**hodnota**
kalové silo	ks	1
objem nádrže	m^3	48
hmotnostní produkce kalu	$kg.d^{-1}$	53,8
objemová produkce kalu	$m^3.d^{-1}$	7,7
koncentrace kalu po zahuštění	$kg.m^{-3}$	20
objem kalu po zahuštění	$m^3.d^{-1}$	2,7
doba zdržení v kalovém silu	d	20
potřebná kapacita odvodňovacího zařízení	$m^3.h^{-1}$	3 - 4

Nově bude realizováno potrubní propojení a technologické vystrojení armaturní nádrže přečerpávání přebytečného kalu do kalové nádrže.

12 ELEKTROINSTALCE A SYSTÉM MĚŘENÍ A REGULACE

V rámci intenzifikace ČOV bude řešena kompletní výměna stavební a technologické elektroinstalace a systému měření. Na Obr. 15 jsou stávající hlavní a podružné rozvaděče prezentovány.

Obr. 15: Stávající hlavní rozvaděč a podružné rozvaděče.

V rámci intenzifikace ČOV se jedná o následující opatření:

- instalace nového silového a řídícího rozvaděče skříňového typu,
- kompletní kabeláž biologického stupně a kalového hospodářství dle výše uvedeného návrhu,
- časové a logické řízení veškerých točivých zařízení dle výše prezentovaného návrhu,
- sledování provozních a havarijních hladin stěžejních objektů a technologických stupňů,

- sledování, zobrazování a zálohování hlavních technologických parametrů po dobu nejméně 12 měsíců,
- zařazení elektrické požární signalizace, poplachový a kamerový systém včetně související datové konektivity,
- dálkový přenos hlavních technologických parametrů a chybových hlášení na telefony provozovatele,
- celý napájecí systém bude připravený na možnost napájení z mobilního agregátu.